



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**“DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E
IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DIDÁCTICO
ELECTRONEUMÁTICO PARA LABORATORIO DE
NEUMÁTICA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA
MECÁNICA”**

**BONILLA PANIMBOZA DARWIN XAVIER
NORIEGA FLORES CRISTIAN PATRICIO**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO MECÁNICO

RIOBAMBA – ECUADOR

2014

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

2013-09-26

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

DARWIN XAVIER BONILLA PANIMBOZA

Titulada:

**“DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO
DIDÁCTICO ELECTRONEUMÁTICO PARA LABORATORIO DE
NEUMÁTICA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO MECÁNICO

Ing. Marco Santillán Gallegos
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Lenyn Aguirre Molina
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Miguel Aquino Arroba
ASESOR DE TESIS

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

2013-09-26

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

CRISTIAN PATRICIO NORIEGA FLORES

Titulada:

**“DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO
DIDÁCTICO ELECTRONEUMÁTICO PARA LABORATORIO DE
NEUMÁTICA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO MECÁNICO

Ing. Marco Santillán Gallegos
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Lenyn Aguirre Molina
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Miguel Aquino Arroba
ASESOR DE TESIS

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: DARWIN XAVIER BONILLA PANIMBOZA

TÍTULO DE LA TESIS: “DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DIDÁCTICO ELECTRONEUMÁTICO PARA LABORATORIO DE NEUMÁTICA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA”

Fecha de Examinación: 2014-04-24

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Víctor Vásquez Velasco PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Lenyn Aguirre Molina DIRECTOR DE TESIS			
Ing. Miguel Aquino Arroba ASESOR			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Víctor Vásquez Velasco
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: CRISTIAN PATRICIO NORIEGA FLORES

TÍTULO DE LA TESIS: “DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DIDÁCTICO ELECTRONEUMÁTICO PARA LABORATORIO DE NEUMÁTICA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA”

Fecha de Examinación: 2014-04-24

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Víctor Vásquez Velasco PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Lenyn Aguirre Molina DIRECTOR DE TESIS			
Ing. Miguel Aquino Arroba ASESOR			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Víctor Vásquez Velasco
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos - científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual e industrial le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Darwin Xavier Bonilla Panimboza

Cristian Patricio Noriega Flores

DEDICATORIA

Sin duda alguna no existe mayor alegría, que vivir cada satisfacción, cada triunfo, que sea alcanzado por sus hijos, y su esfuerzo y sacrificio no haya sido en vano.

En tal motivo este trabajo va dedicado a toda mi familia, de manera muy especial a mis padres Hilda y Juan y mis hermanos Levi, Gabriela, y mi sobrina Nicole ya que siempre encontré en ellos muestra de apoyo y confianza, gracias a estos maravillosos seres que supieron infundir facultades de responsabilidad, respeto y trabajo, empleando el mejor método de enseñanza como es el ejemplo.

Darwin Bonilla Panimboza

A Dios, por darme la vida y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente para alcanzar las metas que me propongo.

Mis padres Patricio Noriega y Soledad Flores, por darme la vida y siempre me apoyaron durante mi vida estudiantil, todo esto se los debo a ustedes.

Mis hermanos, María José e Ismael, por apoyarme siempre y estar en los momentos más difícil de mi vida los quiero mucho.

Cristian Noriega Flores

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme obtener este logro en mi vida, por darme voluntad, entendimiento, conocimiento y perseverancia para culminar el presente trabajo.

A nuestra Escuela de Ingeniería de Mecánica, por haberme acogido en sus aulas y de manera especial a los Ingenieros Lennyn Aguirre y Miguel Aquino, distinguidos maestros forjadores de ciencia y cultura, que siempre estuvieron dispuestos a compartir sus conocimientos y experiencia en beneficio de mi formación personal y profesional.

Darwin Bonilla Panimboza

El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería Mecánica, por brindarnos la oportunidad de obtener una profesión.

Al Ingeniero Lenyn Aguirre y al Ingeniero Miguel Aquino quienes guiaron el desarrollo de la presente tesis.

A mi familia quien me apoyó en todo momento emocional y económicamente durante todo este proceso de formación como profesionales.

Cristian Noriega Flores

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación.....	1
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 <i>Objetivo general</i>	2
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	2
2. MARCO CONCEPTUAL Y TEÓRICO	
2.1 Marco conceptual.....	3
2.2 Marco teórico.....	3
2.2.1 <i>Aplicaciones</i>	4
2.3 Sistemas electroneumático.....	5
2.3.1 <i>Introducción</i>	5
2.3.2 <i>Componentes de un sistema electroneumático</i>	6
2.3.3 <i>Cilindros neumáticos</i>	6
2.3.3.1 <i>Cilindro de simple efecto retorno por muelle</i>	7
2.3.3.2 <i>Cilindros de doble efecto</i>	7
2.3.3.3 <i>Cilindro de doble efecto con amortiguador</i>	10
2.3.3.4 <i>Cilindro de doble efecto con doble vástago</i>	10
2.3.4 <i>Válvulas de mando</i>	11
2.3.4.1 <i>Válvulas de vías o distribuidores</i>	11
2.3.4.2 <i>Válvulas de bloqueo</i>	13
2.3.4.3 <i>Válvulas anti retorno</i>	13
2.3.4.4 <i>Válvulas simultáneas</i>	14
2.3.4.5 <i>Válvulas selectivas</i>	14
2.3.4.6 <i>Válvulas de escape</i>	15
2.3.4.7 <i>Válvulas de presión</i>	15
2.3.4.8 <i>Regulador o limitador de presión</i>	15
2.3.4.9 <i>Válvulas de caudal</i>	16
2.3.5 <i>Elementos de control eléctrico</i>	16
2.3.5.1 <i>Pulsadores</i>	17
2.3.5.2 <i>Interruptores</i>	17
2.3.5.3 <i>Sensores</i>	18
2.3.5.4 <i>Finales de carrera de contacto</i>	18
2.3.5.5 <i>Solenoides</i>	19
2.3.5.6 <i>Relevadores</i>	19
2.3.5.7 <i>Contactores</i>	19
2.3.6 <i>Válvulas electroneumáticas</i>	20
2.3.6.1 <i>Válvulas distribuidoras electroneumáticas mono estables</i>	20
2.3.6.2 <i>Válvulas distribuidoras bi estables</i>	21
2.3.7 <i>Unidad de mantenimiento o FRL</i>	22
2.3.8 <i>Manifold</i>	22
2.3.9 <i>Filtro</i>	23
2.3.10 <i>Regulador de presión</i>	23
2.3.11 <i>Lubricador</i>	24
2.3.12 <i>Accesorios</i>	24
2.3.12.1 <i>Unión codos</i>	25
2.3.12.2 <i>Unión te</i>	26
2.3.12.3 <i>Tapones</i>	26
2.3.12.4 <i>Silenciador</i>	27

2.3.12.5	<i>Tubería neumática</i>	27
2.4	<i>Aire comprimido</i>	28
2.4.1	<i>Características del aire comprimido</i>	28
2.4.2	<i>Ventajas</i>	30
2.4.3	<i>Desventajas</i>	31
2.4.4	<i>Producción del aire comprimido</i>	31
2.5	<i>El compresor</i>	32
2.5.1	<i>Tipos de compresores</i>	32
2.5.1.1	<i>Compresores de émbolo</i>	32
2.5.1.2	<i>Compresores rotativos</i>	33
2.6	<i>Distribución del aire comprimido</i>	35
2.7	<i>Depósito o acumulador</i>	36
2.8	<i>Presión</i>	36
2.9	<i>Unidades de presión</i>	37
2.10	<i>Manómetro de tubo de Bourdon</i>	38
2.11	<i>Caudal</i>	39
3.	DISEÑO DEL BANCO DE PRUEBAS NEUMÁTICO Y ELECTRONEUMÁTICO	
3.1	<i>Análisis de alternativas</i>	40
3.1.1	<i>Alternativa 1</i>	40
3.1.2	<i>Alternativa 2</i>	41
3.1.3	<i>Alternativa 3</i>	41
3.2	<i>Requerimientos</i>	42
3.3	<i>Selección de la alternativa adecuada del banco</i>	43
3.4	<i>Diseño de la estructura del banco</i>	44
3.3.1	<i>Tablero de aluminio</i>	44
3.3.2	<i>Chapa metálica de la parte superior del banco</i>	46
3.3.3	<i>Peso de los elementos a colocarse en el tablero</i>	46
3.3.4	<i>Estructura del banco</i>	46
3.3.5	<i>Análisis de la estructura del banco</i>	47
3.5	<i>Diseño de las bases soportes de las válvulas</i>	51
3.4.1	<i>Parámetros</i>	52
3.6	<i>Criterios para la selección de elementos</i>	57
3.5.1	<i>Generalidades</i>	57
3.5.2	<i>Parámetros funcionales</i>	57
3.7	<i>Elementos neumáticos</i>	57
3.7.1	<i>Selección de los cilindros neumáticos</i>	57
3.7.3.1	<i>Cilindro doble efecto</i>	57
3.7.2	<i>Selección de las válvulas neumáticas</i>	61
3.7.4.1	<i>Válvulas 5/2</i>	62
3.7.4.2	<i>Válvulas 3/2 (finales de carrera)</i>	63
3.7.4.3	<i>Válvulas 3/2 (accionamiento manual)</i>	64
3.7.4.4	<i>Válvulas 5/2</i>	64
3.7.4.5	<i>Manifold</i>	65
3.7.4.6	<i>Unidad de mantenimiento</i>	65
3.7.4.7	<i>Manguera</i>	66
3.7.3	<i>Elementos electroneumáticos</i>	67
3.7.5.1	<i>Electroválvula 5/2</i>	67
3.7.5.2	<i>Electroválvula 5/2</i>	67
3.7.5.3	<i>Electroválvula 5/3</i>	68
3.7.4	<i>Elementos eléctricos</i>	69
3.7.6.1	<i>Finales de carrera</i>	69
3.7.6.2	<i>Cables (rojo y negro)</i>	70
3.7.6.3	<i>Contactos jack bananas</i>	70

3.7.6.4	<i>Relés</i>	71
3.7.6.5	<i>Pulsadores</i>	71
3.7.6.6	<i>Selectores</i>	72
3.7.6.7	<i>Temporizadores</i>	72
3.7.6.8	<i>Luz piloto</i>	73
3.7.6.9	<i>Protección térmica</i>	73
3.7.6.10	<i>Fuente de poder</i>	74
3.7.5	<i>Descripción de los módulos eléctricos</i>	74
3.7.7.1	<i>Módulo de pulsadores</i>	74
3.7.7.2	<i>Módulo de relés de estado sólido</i>	75
3.7.7.3	<i>Módulo de selectores</i>	75
3.7.7.4	<i>Módulo de protección térmica</i>	76
3.7.7.5	<i>Módulo de temporizadores</i>	76
3.7.7.6	<i>Módulos de relés auxiliares</i>	77
3.7.7.7	<i>Módulo de la fuente de poder</i>	77
4.	CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS	
4.1	<i>Construcción</i>	78
4.2	<i>Requerimientos para la construcción</i>	78
4.3	<i>Operaciones tecnológicas por cada componente</i>	79
4.4	<i>Descripción del proceso de construcción</i>	80
4.4.1	<i>Cursogramas para la construcción</i>	81
4.4.1.1	<i>Estructura del banco</i>	81
4.4.1.2	<i>Tablero de aluminio</i>	82
4.4.1.3	<i>Tablero de madera</i>	82
4.4.1.4	<i>Bases de los cilindro</i>	83
4.4.1.5	<i>Bases de las válvulas</i>	83
4.4.1.6	<i>Chapa metálica</i>	84
4.5	<i>Montaje de las componentes del banco electroneumático</i>	84
4.5.1	<i>Descripción del proceso de construcción y ensamblaje</i>	85
4.5.2	<i>Cronograma de construcción</i>	86
5.	REALIZACIÓN DE PRUEBAS Y DISEÑO DE CIRCUITOS NEUMÁTICOS Y ELECTRONEUMÁTICOS	
5.1	<i>Circuitos neumáticos</i>	87
5.1.1	<i>Método de control doble o eliminación de la doble señal</i>	87
5.1.1.1	<i>Regla para solucionar el control doble</i>	87
5.1.1.2	<i>Diagramas de movimientos funcionales</i>	88
5.1.1.3	<i>Ejercicios realizados</i>	88
5.1.2	<i>Método de la cascada</i>	96
5.1.2.1	<i>Válvulas de memoria para la cascada</i>	96
5.1.2.2	<i>Pasó a paso mínimo</i>	98
5.1.2.3	<i>Pasó a paso máximo</i>	98
5.1.2.4	<i>Ejercicios realizados en el banco</i>	98
5.2	<i>Circuitos electroneumáticos</i>	108
5.3	<i>Introducción</i>	108
5.2.1	<i>Constitución de un PLC</i>	108
5.2.2	<i>Unidades de programación</i>	109
5.2.3	<i>Memorias de los PLC</i>	110
5.2.4	<i>Módulos de entrada y salida puede trabajar</i>	111
5.2.5	<i>Descripción y uso del PLC LOGO 230 RC Simiens</i>	111
5.2.5.1	<i>Método de programación GRAFCET</i>	112
5.2.5.2	<i>Ejercicios realizados en el banco</i>	115

6.	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	
6.1	Manual de operación.....	135
6.1.1	<i>Manual de operación para el estudiante</i>	135
6.2	Manual de mantenimiento.....	137
6.2.1	<i>Mantenimiento</i>	137
6.2.2	<i>Frecuencia</i>	137
7.	ANÁLISIS DE COSTOS	
7.1	Directos.....	138
7.1.1	<i>Materia prima</i>	138
7.1.2	<i>Costo del transporte de materiales</i>	143
7.1.3	<i>Total de los costos directos</i>	143
7.2	Costos indirectos.....	143
7.3	Costos totales.....	144
8.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
8.1	Conclusiones.....	145
8.2	Recomendaciones.....	145

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

PLANOS

LISTA DE TABLAS

		Pág.
1	Diagrama de selección de compresores.....	34
2	Conversión de unidades.....	38
3	Matriz de decisión para el banco didáctico.....	43
4	Resultados de deformaciones.....	49
5	Matriz de decisión de bases de las válvulas.....	52
6	Herramientas – accesorios.....	78
7	Codificación máquinas – herramientas.....	79
8	Operaciones tecnológicas.....	80
9	Nomenclaturas de operaciones tecnológicas.....	81
10	Ensamble del banco.....	84
11	Clasificación de PCL por capacidad de memoria.....	109
12	Movimientos y operaciones.....	135
13	Fallas comunes.....	136
14	Manual de mantenimiento.....	137
15	Costos de fabricación de la estructura del banco.....	138
16	Costo del tablero de aluminio.....	139
17	Costos de fabricación del tablero de madera.....	139
18	Costo de accesorios del banco.....	140
19	Costo de los accesorios de los cilindros y válvulas.....	141
20	Materiales consumibles.....	142
21	Mano de obra.....	142
22	Costo de equipos y herramientas.....	142
23	Costos directos.....	143
24	Costos indirectos.....	144
25	Costos totales.....	144

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
1 Cadena de mando de un sistema automatizado.....	6
2 Cilindro simple efecto.....	7
3 Cilindro de doble efecto.....	8
4 Cilindro doble efecto con amortiguación.....	10
5 Cilindro de doble efecto con doble vástago.....	10
6 Válvulas distribuidoras.....	11
7 Posiciones de las válvulas.....	12
8 Posición normalmente abierta.....	12
9 Posición normalmente cerrada.....	12
10 Esquema de las válvulas distribuidoras.....	13
11 Válvula chek o anti retorno.....	14
12 Válvula de simultaneidad.....	14
13 Válvula selectiva.....	15
14 Válvula de escape.....	15
15 Válvula de reguladora o limitadora de presión.....	16
16 Válvula de reguladora de caudal.....	16
17 Pulsador.....	17
18 Interruptor.....	17
19 Final de carrera.....	18
20 Solenoide.....	19
21 Relevadores.....	19
22 Contactores.....	20
23 Válvula mono estable.....	21
24 Válvula bi estable.....	22
25 Unidad de mantenimiento.....	22
26 Maifold.....	23
27 Filtro.....	23
28 Regulador de presión.....	24
29 Lubricador.....	24
30 Accesorios.....	25
31 Codo.....	26
32 Tee.....	26
33 Tapones.....	27

34	Silenciador.....	27
35	Mangueras neumáticas.....	28
36	Sistema del aire comprimido.....	30
37	Tipos de compresores.....	32
38	Compresor de embolo.....	33
39	Compresor rotativo.....	34
40	Red de distribución.....	35
41	Acumulador neumático.....	36
42	Manómetro de Bourdon.....	38
43	Banco didáctico.....	40
44	Alternativa 2.....	41
45	Alternativa 3.....	41
46	Perfil de aluminio estructural.....	45
47	Tablero de aluminio.....	45
48	Chapa metálica.....	46
49	Estructura del banco.....	47
50	Estructura del banco.....	48
51	Carga en la estructura del banco.....	48
52	Resultados de la deformación unitaria de la estructura del banco.....	49
53	Resultado del análisis de la estructura del banco.....	50
54	Banco total.....	51
55	Forma y dimensiones de la base.....	53
56	Cargas en la base.....	54
57	Cara fija de la base.....	54
58	Mallado de la base.....	55
59	Análisis de la base.....	55
60	Deformación de la base.....	56
61	Coeficiente de seguridad.....	56
62	Cilindro doble efecto.....	59
63	Válvula de palanca lineal.....	62
64	Final de carrera.....	63
65	Pulsadores rojo y verde.....	64
66	Válvula 5/2 accionamiento neumático.....	64
67	Manifold de 8 estaciones.....	65
68	Unidad de mantenimiento.....	65
69	Manguera.....	66

70	Electroválvula mono estable 5/2.....	67
71	Electroválvula bi estable 5/2.....	68
72	Electroválvula bi estable 5/3.....	68
73	Finales de carrera.....	69
74	Cables rojo y negro.....	70
75	Contactos jack bananas.....	70
76	Relés.....	71
77	Pulsadores.....	71
78	Selectores.....	72
79	Temporizadores.....	72
80	Luz piloto.....	73
81	Protección térmica.....	73
82	Fuente de poder.....	74
83	Módulo de los pulsadores.....	74
84	Módulo de relés de estado sólido.....	75
85	Módulo de selectores.....	75
86	Módulo de la protección térmica.....	76
87	Módulo de los temporizadores.....	76
88	Módulo de relés auxiliares.....	77
89	Módulo de la fuente de poder.....	77
90	Estructura del banco.....	81
91	Tablero de aluminio.....	82
92	Tablero de madera.....	82
93	Bases de los cilindros.....	83
94	Bases de las válvulas.....	83
95	Chapa metálica.....	84
96	Proceso de construcción y ensamblaje.....	85
97	Esquema funcional.....	88
98	Diagrama de movimiento, funcional y señales de la secuencia A+A-B+B-.....	89
99	Circuito neumático de la secuencia A+A-B+B-.....	89
100	Simulación circuito neumático de la secuencia A+A-B+B-.....	90
101	Comprobación en el banco la secuencia A+A-B+B-.....	90
102	Diagrama de la secuencia A+A-B+B-C+C-.....	91
103	Esquema de la secuencia A+A-B+B-C+C-.....	91
104	Circuito neumático de la secuencia A+A-B+B-C+C-.....	92
105	Simulación circuito neumático de la secuencia A+A-B+B-C+C-.....	92

106	Comprobación en el banco la secuencia A+A-B+B-C+C-.....	93
107	Aplicación de 4 cilindro.....	94
108	Diagrama de movimientos, funcionales y señales de la secuencia A+B+A- C+B-D+D-C -.....	94
109	Circuito neumático de secuencia A+B+A- C+B-D+D-C -.....	95
110	Simulación circuito neumático de secuencia A+B+A- C+B-D+D-C -.....	95
111	Simulación circuito neumático de la secuencia A+B+A- C+B-D+D-C -.....	96
112	Válvulas de memoria para 2 y 3 etapas.....	97
113	Válvulas de memoria para 4 etapas.....	97
114	Aplicación con 2 cilindros.....	99
115	Circuito neumático de la secuencia A+B+A-B-.....	99
116	Circuito neumático de la secuencia A+B+A-B-.....	100
117	Simulación circuito neumático de la secuencia A+B+A-B-.....	101
118	Comprobación en el banco de la secuencia A+A-B+B-C+C-.....	101
119	Aplicación con 3 cilindros.....	102
120	Circuito neumático de la secuencia A+A-B+B-C+C-.....	102
121	Circuito neumático de la secuencia A+A-B+B-C+C-.....	103
122	Simulación circuito neumático de la secuencia A+B+B-A-C+C-.....	104
123	Comprobación en el banco de la secuencia A+A-B+B-C+C-.....	104
124	Circuito neumático de la secuencia A+A-B+B-C+C-.....	105
125	Circuito neumático de la secuencia A+B+A-C+C-D+D-B-.....	106
126	Simulación circuito neumático de la secuencia A+B+A-C+C-D+D-B-.....	107
127	Comprobación en el banco de la secuencia A+A-B+B-C+C-.....	107
128	Diagrama de bloques de un PLC.....	108
129	Ejemplo de diagrama escalera.....	109
130	Logo 230RC Simiens.....	112
131	Etapas inicial.....	113
132	Etapas normal.....	114
133	Etapas normal condición asociada.....	114
134	Etapas múltiple.....	114
135	Transiciones.....	114
136	Diagrama grafcet.....	115
137	Circuito neumático con válvula mono estable.....	115
138	Circuito eléctrico.....	116
139	Simulación del circuito electroneumático.....	116
140	Comprobación en el banco del circuito electroneumático.....	116
141	Aplicación con un cilindro.....	117

142	Diagrama de movimientos A+ A-.....	117
143	Circuito neumático con válvula mono estable de la secuencia A+ A-.....	118
144	Circuito eléctrico de la secuencia A+ A-.....	118
145	Simulación del circuito electroneumático.....	118
146	Comprobación en el banco del circuito electroneumático.....	119
147	Circuito neumático con válvula bi estable de la secuencia A+ A-.....	119
148	Circuito electroneumático.....	119
149	Simulación del circuito electroneumático.....	120
150	Comprobación en el banco del circuito electroneumático.....	120
151	Aplicación con 2 cilindros.....	121
152	Diagrama de movimientos de la secuencia A+B+A-B-.....	121
153	Circuito neumático de la secuencia A+B+A-B-.....	121
154	Circuito eléctrico.....	122
155	Simulación del circuito electroneumático de la secuencia A+B+A-B-.....	122
156	Etapla inicial.....	123
157	Diagrama de movimientos de la secuencia A+A-B+B-.....	123
158	Grafcet se la secuencia A+A-B+B-.....	124
159	Circuito neumático de la secuencia A+A-B+B-.....	124
160	Circuito eléctrico de la secuencia A+A-B+B-.....	125
161	Simulación del circuito electroneumático de la secuencia A+A-B+B-.....	125
162	Programación en el logo 230RC.....	126
163	Comprobación en el banco de la secuencia A+A-B+B-.....	126
164	Aplicación con 3 cilindros.....	127
165	Diagrama de movimientos A+B+C+C-B-A-.....	127
166	Grafcet de la secuencia A+B+C+C-B-A-.....	128
167	Circuito neumático de la secuencia A+B+C+C-B-A-.....	128
168	Circuito eléctrico de la secuencia A+B+C+C-B-A-.....	129
169	Simulación del circuito electroneumático de la secuencia A+B+C+C-B-A-.....	129
170	Programación en el logo 230RC la secuencia A+B+C+C-B-A-.....	130
171	Comprobación en el banco de la secuencia A+B+C+C-B-A-.....	130
172	Diagrama de movimientos de la secuencia A+B+C+D+A-B-C-D-.....	131
173	Grafcet de la secuencia A+B+C+D+A-B-C-D-.....	131
174	Circuito neumático de la secuencia A+B+C+D+A-B-C-D-.....	132
175	Circuito eléctrico de la secuencia A+B+C+D+A-B-C-D-.....	132
176	Simulación del circuito electroneumático de la secuencia A+B+C+D+A-B-C-D-.....	133
177	Programación en el logo 230RC la secuencia A+B+C+D+A-B-C-D-.....	133

178	Comprobación en el banco la secuencia A+B+C+D+A-B-C-D-.....	134
179	Aplicación con 4 cilindros.....	134

SIMBOLOGÍA

P	Presión	Bares
A	Área del cilindro	cm^2
ϕ	Diámetro del cilindro	mm
ϕ_v	Diámetro del vástago del cilindro	mm
ε	Deformación unitaria	mm
F	Fuerza	N
F_a	Fuerza de avance	N
F_r	Fuerza de retorno	N
Q	Caudal	l/min
v	Volumen	cm^3
t	Tiempo	s
R	Rendimiento del cilindro	

LISTA DE ABREVIACIONES

AISI	American Iron and Steel Institute (Instituto Americano de Hierro y Acero)
ASME	American Society of Mechanical Engineers (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos)
ASTM	American Society for Testing and Materials (Sociedad Americana para la Evaluación y Materiales)
AWS	American Welding Society (Sociedad Americana de Soldadura)
CAD	Computer Aided Design (Diseño Asistido por Computador)
ISO	Organización Internacional de Normalización
INEN	Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización

LISTA DE ANEXOS

- A** Propiedades del aluminio, acero y acero inoxidable.
- B** Datos técnicos de los perfiles estructurales.
- C** Datos técnicos de los elementos neumáticos y electroneumáticos.
- D** Propiedad de los plásticos.
- E** Guías de laboratorio.

RESUMEN

El diseño, construcción e implementación de un banco didáctico electroneumático para laboratorio de neumática de la Escuela de Ingeniería Mecánica, tiene como objetivo desarrollar destrezas y habilidades en el laboratorio de neumática; permite montar, desmontar e identificar los componentes de un sistema neumático aplicado a múltiples usos.

El estudio se inicia con la determinación del diseño y construcción de un banco didáctico electroneumático con parámetros obtenidos de la investigación de estudios similares para partir con las respectivas adaptaciones conforme necesidades requeridas en ésta construcción, utilizando un software de cálculo con elementos finitos; fase que permitió obtener los principales componentes y materiales para su construcción, cuyos elementos principales son: cilindros, válvulas y módulos eléctricos.

En la construcción del banco didáctico electroneumático se procedió a elaborar la estructura de soporte, el sistema neumático que a pesar de no constar en el tema de estudio, se lo tuvo que implementar para completar el funcionamiento del sistema electroneumático. Herramienta didáctica que cumplió con el objetivo propuesto cuando se realizó con éxito las pruebas de accionamiento y control de las representaciones secuenciales de gato neumático, estampadora, selladora de frascos y empacadora.

Los cuatro cilindros neumáticos y el sistema electroneumático permiten trabajar en varias áreas industriales con diferentes procesos secuenciales en simulaciones dadas por gráficos de producción. Estas actividades desarrollan de manera efectiva el conocimiento real de la neumática y electroneumático utilizado en procesos de la matriz productiva en el sector industrial del país, donde los profesionales adiestrados contribuirán en el mejoramiento y desarrollo tecnológico industrial.

ABSTRAC

The design, construction and implementation of an electro pneumatic didactic bench for the Mechanical Engineering Pneumatics Laboratory, it develops skills and abilities in the laboratory of pneumatic; enables assemble, disassemble and identify the components of a pneumatic system applied to multiple uses.

The study starts with the determination of the design and construction of a didactic electro pneumatic bench with parameters obtained from the investigation of similar studies with adjustments according to the needs required by the construction, using a software with finite element calculation; this stage allowed obtaining the main components for the construction which are: cylinders, valves and electrical modules.

In the construction of electro pneumatic didactic bench, the supporting structure development was proceeded, the pneumatic system which was not recorded in the topic of study had to be implement in order to complete the electro pneumatic system functioning. The didactic tool completed its objective when the testing control coupling and sequential representations of pneumatic jack, stamping, sealing and packing bottles were performed successfully.

The four pneumatic cylinders and the electro pneumatic system allow working in various industrial areas with different sequential processes in simulations given by graphics production. These activities develop real knowledge of pneumatic and electro pneumatic processes used in the production model at the industrial sector of the country where the professionals will contribute to improve to the technological industry developing.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Durante todo este tiempo la ciencia, tecnología así como los procesos de fabricación en la industria han incrementado notablemente su capacidad de competencias para poder solventar y cumplir a cabalidad las demandas que exige el mercado, como muestra de ello hoy en día se ven nuevas formas y alternativas de procesos de producción optimizando el tiempo, la seguridad y salud ocupacional de los operarios así como la calidad del producto.

Actualmente los procesos de producción se encuentran ligados a maquinaria y equipos que trabajan aprovechando el aire y la electrónica, estos sistemas se denominan ELECTRONEUMÁTICOS los cuales ayudan eficiente y eficazmente en los procedimientos secuenciales, pero el estudiante durante su carrera de Ingeniería Mecánica sólo llega a conocer la parte teórica y a la vez una deficiencia de la práctica la cual es esencial conocer para cuando salga al ámbito laboral tener más oportunidades.

1.2 Justificación e importancia

En nuestro país ha cobrado gran importancia la neumática en el sector industrial, en los últimos años se ha incrementado la aplicación de sistemas diversos de automatización, por lo que es evidente afirmar el conocimiento técnico del estudiante de ingeniería al respecto de sistemas neumáticos y electroneumáticos.

El presente proyecto mejora las habilidades y destrezas del estudiante poniendo en práctica los conocimientos adquiridos por estudiante de la escuela de Ingeniería Mecánica permitiendo tener una visión más clara.

1.3 Objetivos

1.3.1 *Objetivo general.* Diseñar construir e implementar un banco didáctico electroneumático para el laboratorio de Sistemas Neumáticos y Oleo-hidráulicos de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la ESPOCH.

1.3.2 *Objetivos específicos:*

Seleccionar cada uno de los elementos que conforman el banco didáctico de una manera adecuada.

Aportar al fortalecimiento de la infraestructura y capacidad de enseñanza de la Escuela de Ingeniería Mecánica

Construir un banco didáctico que permita un fácil manejo y mantenimiento por parte de las personas encargadas.

Establecer pruebas y prácticas del equipo con guías de laboratorio detalladas para el estudiante.

CAPÍTULO II

2. MARCO CONCEPTUAL Y TEÓRICO

2.1 Marco Conceptual

Neumática. La neumática es la tecnología que emplea el aire comprimido como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos. El aire es un material elástico y, por tanto, al aplicarle una fuerza se comprime, mantiene esta compresión y devuelve la energía acumulada cuando se le permite expandirse, según dicta la ley de los gases ideales. (SIEMENS, 2003)

2.2 Marco teórico

Las primeras aplicaciones de neumática se remontan al año 2.500 a.C. mediante la utilización de muelles de soplado. Posteriormente fue utilizada en la construcción de órganos musicales, en la minería y en siderurgia. En el siglo XIX se comenzó a utilizar el aire comprimido en la industria de forma sistemática. Herramientas neumáticas, martillos neumáticos, tubos de correo neumáticos, son un ejemplo de estas aplicaciones. Durante la construcción del túnel de Mont-Cenis, en 1857, se utilizó una perforadora de aire comprimido que permitía alcanzar una velocidad de avance de dos metros diarios frente a los sesenta centímetros que se obtenían con los medios tradicionales. En 1880 se inventó el primer martillo neumático. La incorporación de la neumática en mecanismos y la automatización comienza a mediados del siglo XX. (JÓSE, 2013)

Podemos definir la neumática como una tecnología capaz de hacer uso del aire comprimido para automatizar procesos. Por regla general, dichos procesos suelen ser industriales, pero muy bien podrían ser de otra naturaleza si lo reflexionamos detenidamente.

La neumática como tecnología es relativamente joven. Está en constante expansión, de

hecho algunas de las empresas que se dedican a la fabricación de elementos neumáticos hacen algunos de éstos elementos por encargo, es decir, el cliente se presenta en la empresa con un problema de automatismo neumático y la empresa, después de un riguroso estudio del problema planteado le da una posible solución al cliente. (NEUMÁTICA, niche, 2013)

2.2.1 Aplicaciones. Hoy en día el aprovechamiento del aire comprimido para realizar trabajo, es una de las técnicas que ha contribuido con el mejoramiento y optimización de muchas actividades o procesos que se requieren a diario para la transformación del entorno y la adquisición de elementos para un mejor nivel de vida.

En la actualidad el mercado ofrece una gran serie de elementos neumáticos adaptados a cualquier aplicación los cuales resultan útiles al permitir realizar un trabajo físico que en ocasiones no puede desempeñar el hombre. El aprovechamiento de la energía del aire para realizar trabajo se puede apreciar en diferentes aplicaciones tales como:

Accionamiento de válvulas para aire, agua o productos químicos.

- Elevación y movimiento en máquinas de moldeo.
- Pintura de pulverización.
- Sujeción y movimiento en el trabajo de madera y la fabricación de muebles.
- Montaje de plantillas y sujeción en la maquinaria de herramientas y ensamblado.
- Accionamiento de cuchillas de guillotina.
- Máquinas de embotellado y de envasado.
- Transportadores de componentes y materiales.
- Manipuladores neumáticos.
- Limpieza a presión para limpiar.
- La utilización de la fresa en el consultorio de odontología.
- Etc. (ERAZO, 2013)

Ventajas

- El aire es de fácil captación y abunda en la tierra
- El aire no posee propiedades explosivas, por lo que no existen riesgos de chispas.

- Los actuadores pueden trabajar a velocidades razonablemente altas y fácilmente regulables.
- El trabajo con aire no daña los componentes de un circuito por efecto de golpes de ariete.
- Las sobrecargas no constituyen situaciones peligrosas o que dañen los equipos en forma permanente.
- Los cambios de temperatura no afectan en forma significativa.
- Energía limpia.
- Cambios instantáneos de sentido

Desventajas

- En circuitos muy extensos se producen pérdidas de cargas considerables.
- Requiere de instalaciones especiales para recuperar el aire previamente empleado.
- Las presiones a las que trabajan normalmente, no permiten aplicar grandes fuerzas.
- Altos niveles de ruido generados por la descarga del aire hacia la atmósfera (GRAFFITIGEN, 2013)

2.3 Sistemas electroneumático

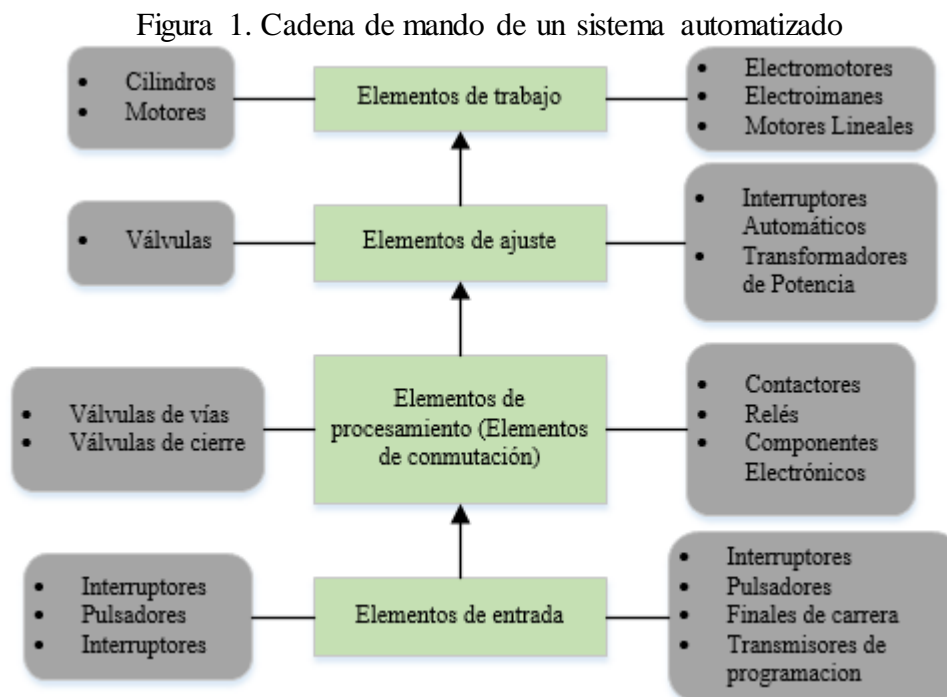
2.3.1 Introducción. Es la aplicación en donde combinamos dos importantes ramas de la automatización como son la neumática (manejo de aire comprimido) y la electricidad.

La Electro-neumática es una de las técnicas de automatización que en la actualidad viene cobrando vital importancia en la optimización de los procesos a nivel industrial. Su evolución fue a partir de la neumática, disciplina bastante antigua que revolucionó la aplicación de los servomecanismos para el accionamiento de sistemas de producción industrial. Con el avance de las técnicas de electricidad y la electrónica se produjo la fusión de métodos y dando así el inicio de los sistemas electro-neumáticos en la industria, los cuales resultaban más compactos y óptimos a diferencia de los sistemas puramente neumáticos.

2.3.2 Componentes de un sistema electroneumático. Dentro de los elementos de un sistema electro-neumático es importante reconocer la cadena de mando para elaborar un correcto esquema de conexiones. Cada uno de los elementos de la cadena de mando cumple una tarea determinada en el procesamiento y la transmisión de señales. La eficacia de esta estructuración de un sistema en bloques de funciones se ha comprobado en las siguientes tareas:

- Disposición de los elementos en el esquema de conexionado.
- Especificación del tamaño nominal, la corriente nominal y la tensión nominal de los componentes eléctricos (bobinas, etc.)
- Estructura y puesta en marcha del mando.
- Identificación de los componentes al efectuar trabajos de mantenimiento.

(TANGIENT, Llc, 2013)



Fuente: <http://fundamentacionneumatica.wikispaces.com/electroneumatica>

2.3.3 Cilindros neumáticos. Un cilindro neumático es un dispositivo mecánico que produce una fuerza, que muchas veces va continuada de un movimiento, que viene accionado por un gas comprimido, nosotros trataremos el aire.

Para realizar su función, los cilindros neumáticos imparten una fuerza para convertir la

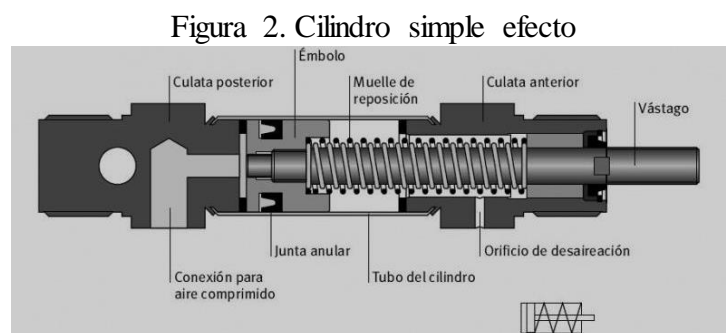
energía potencial de gas comprimido en energía cinética (en movimiento). Esto se alcanza por medio del gas comprimido, que es debido a la diferencia de presión. Esta diferencia o gradiente de presión del aire acciona un pistón para moverse en la dirección deseada.

Una vez que esté actuado, el aire comprimido entra en el tubo por un extremo del pistón y, por lo tanto, imparte la fuerza a través del pistón. Por lo tanto, el pistón se desplaza por el aire comprimido que se amplía en un intento por alcanzar presión atmosférica. (ARAGÓN, 2013)

Las acciones que realizan los cilindros son los de empujar y tirar o halar. Estos realizan su mayor esfuerzo cuando empujan, ya que la presión actúa sobre la cara del embolo que no lleva vástago y así se aprovecha la mayor superficie cumpliendo con el principio de mayor área mayor fuerza.

Para lo cual existe diferentes tipos de cilindros.

2.3.3.1 Cilindro de simple efecto retorno por muelle. Los cilindros de simple efecto son aquellos que solo realizan un trabajo cuando se desplaza su elemento móvil (vástago) en un único sentido; es decir, realizan el trabajo en una sola carrera de ciclo. El retroceso se produce al evacuar el aire a presión de la parte posterior, lo que devuelve al vástago a su posición de partida. (WEBSITE, 2013)

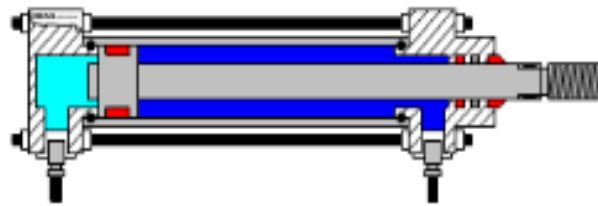


Fuente: http://138.100.80.137/wikifab/index.php/Cilindros_Neum%C3%A1ticos

2.3.3.2 Cilindros de doble efecto. Los cilindros de doble efecto son aquellos que realizan tanto su carrera de avance como la de retroceso por acción del aire comprimido. Su denominación se debe a que emplean las dos caras del émbolo (aire en ambas

cámaras), por lo que estos componentes sí pueden realizar trabajo en ambos sentidos. Sus componentes internos son prácticamente iguales a los de simple efecto, con pequeñas variaciones en su construcción. Algunas de las más notables las encontramos en la culata anterior, que ahora ha de tener un orificio roscado para poder realizar la inyección de aire comprimido (en la disposición de simple efecto este orificio no suele prestarse a ser conexionado, siendo su función la comunicación con la atmósfera con el fin de que no se produzcan contrapresiones en el interior de la cámara).

Figura 3. Cilindro de doble efecto



Fuente: <http://circuitos-hidraulicos-y-neumaticos.blogspot.com/p/21-produccion-y-distribucion-del-aire.html>

El campo de aplicación de los cilindros de doble efecto es mucho más extenso que el de los de simple, incluso cuando no es necesaria la realización de esfuerzo en ambos sentidos. Esto es debido a que, por norma general (en función del tipo de válvula empleada para el control), los cilindros de doble efecto siempre contienen aire en una de sus dos cámaras, por lo que se asegura el posicionamiento.

Para poder realizar un determinado movimiento (avance o retroceso) en un actuador de doble efecto, es preciso que entre las cámaras exista una diferencia de presión. Por norma general, cuando una de las cámaras recibe aire a presión, la otra está comunicada con la atmósfera, y viceversa. Este proceso de conmutación de aire entre cámaras nos ha de preocupar poco, puesto que es realizado automáticamente por la válvula de control asociada. (ESCALERA, 2013)

Fuerzas teóricas

$$Fa = \frac{\pi}{4} \phi^2 P \text{ [N]} \quad (1)$$

Dónde:

Fa= Fuerza de avance del cilindro.

ϕ = Diámetro del cilindro.

P= Presión.

$$Fr = \frac{\pi}{4}(\phi^2 - \phi_v^2)P \text{ [N]} \quad (2)$$

Dónde:

Fr= Fuerza de retorno del cilindro.

ϕ = Diámetro del cilindro.

ϕ_v = Diametro del vástago del cilindro

P= Presión.

Fuerzas reales

$$Fa = \frac{\pi}{4}\phi^2 P R \text{ [N]} \quad (3)$$

Dónde:

Fa= Fuerza de avance del cilindro.

ϕ = Diámetro del cilindro.

P= Presión.

R= Rendimiento del cilindro.

$$Fr = \frac{\pi}{4}(\phi^2 - \phi_v^2)P R \text{ [N]} \quad (4)$$

Dónde:

Fr= Fuerza de retorno del cilindro.

ϕ = Diámetro del cilindro.

ϕ_v = Diametro del vástago del cilindro.

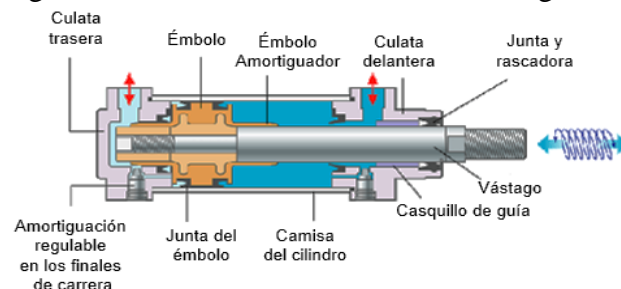
R= Rendimiento del cilindro.

P= Presión.

2.3.3.3 Cilindro de doble efecto con amortiguador. Cuando las masas que trasladan un cilindro son grandes al momento de evitar un choque brusco y daños se utiliza un sistema de amortiguación que entra en acción momentos antes de alcanzar el final de la carrera. Antes de la salida directa del aire al exterior, en cambio se dispone de una sección de escape muy pequeña a menudo ajustable.

El aire se comprime más en la última parte de la cámara del cilindro, la sobrepresión producida disminuye con el escape del aire a través de la válvula de escape pequeña. El émbolo se desliza suavemente hasta su posición final, en el cambio de dirección del émbolo, el aire entra sin obstáculos en la cámara del cilindro por la válvula de anti retorno.

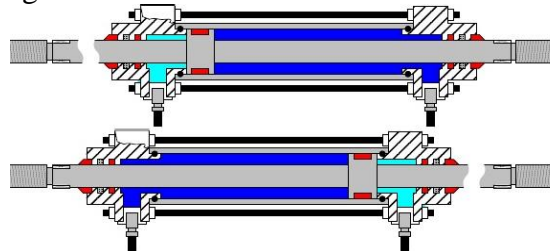
Figura 4. Cilindro doble efecto con amortiguación



Fuente: http://wikifab.dimf.etsii.upm.es/wikifab/index.php/Cilindros_Neum%C3%A1ticos

2.3.3.4 Cilindro de doble efecto con doble vástago. Este tipo de cilindros tiene un vástago corrido hacia ambos lados. La guía del vástago es mejor, porque dispone de dos cojinetes y la distancia entre éstos permanece constante. Por eso, este cilindro puede absorber también cargas laterales pequeñas. Los emisores de señales, pueden disponerse en el lado libre del vástago. La fuerza es igual en los dos sentidos. (SAPIESMAN, 2013)

Figura 5. Cilindro de doble efecto con doble vástago



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/2684435/8/cilindros-de-doble-vastago>

La fuerza es igual en los dos sentidos (las superficies del émbolo son iguales), al igual

que sucede con la velocidad de desplazamiento. Este tipo de cilindros recibe también la denominación de cilindro compensado y es importante recordar el equilibrio entre fuerzas y velocidad de lo que puede considerarse como “teóricos” avances y retornos de vástago. (ESCALERA, 2013)

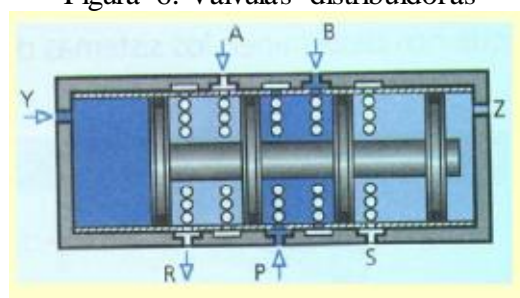
2.3.4 Válvulas de mando. Una válvula neumática es un elemento de regulación, control de presión y el caudal de aire de presión. Este aire es recibido directamente después de su generación o desde su dispositivo de almacenamiento. Las válvulas dirigen, distribuyen o pueden bloquear el paso del aire para accionar los elementos de trabajo que son los actuadores.

Entre las válvulas neumáticas tenemos

- Válvulas de vías o distribuidores.
- Válvulas de bloqueo.
- Válvulas de presión.
- Válvulas de caudal.

2.3.4.1 Válvulas de vías o distribuidores. Se denomina vía a cada uno de los orificios a través de los cuales puede circular el aire en su proceso de trabajo o evacuación.

Figura 6. Válvulas distribuidoras



Fuente:

http://platea.pntic.mec.es/~jgarrigo/1bch/archivos/3eva/8_valvulas_distribuidoras.pdf

En válvulas dotadas de pilotaje neumático, la conexión que permite la entrada de aire para el control de la válvula no se considera vía, ya que se trata de un sistema de accionamiento.

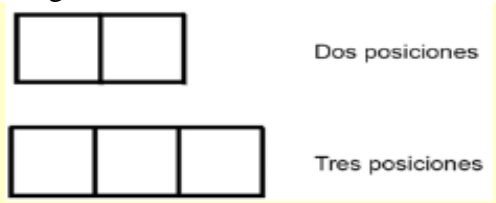
Cuando se habla de la función de la válvula nos estamos refiriendo a la variedad de las posiciones de la válvula. Generalmente encontramos 2/2, 3/2, 4/2, 5/2, 3/3, 4/3, y 5/3.

Representación esquemática de las válvulas distribuidoras

El número de posiciones de maniobra de una válvula está determinado por el número de posibilidades diferentes de comunicar las vías entre sí.

Posiciones

Figura 7. Posiciones de las válvulas



Fuente:http://platea.pntic.mec.es/~jgarrigo/1bch/archivos/3eva/8_valvulas_distribuidora

Simbología

Las líneas representan tuberías o conductos. Las flechas, el sentido de la circulación. La posición de paso abierto para una válvula se representa por medio de una flecha de un extremo a otro del cuadrado.

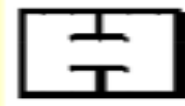
Figura 8. Posición normalmente abierta



Fuente:http://platea.pntic.mec.es/~jgarrigo/1bch/archivos/3eva/8_valvulas_distribuidoras.pdf

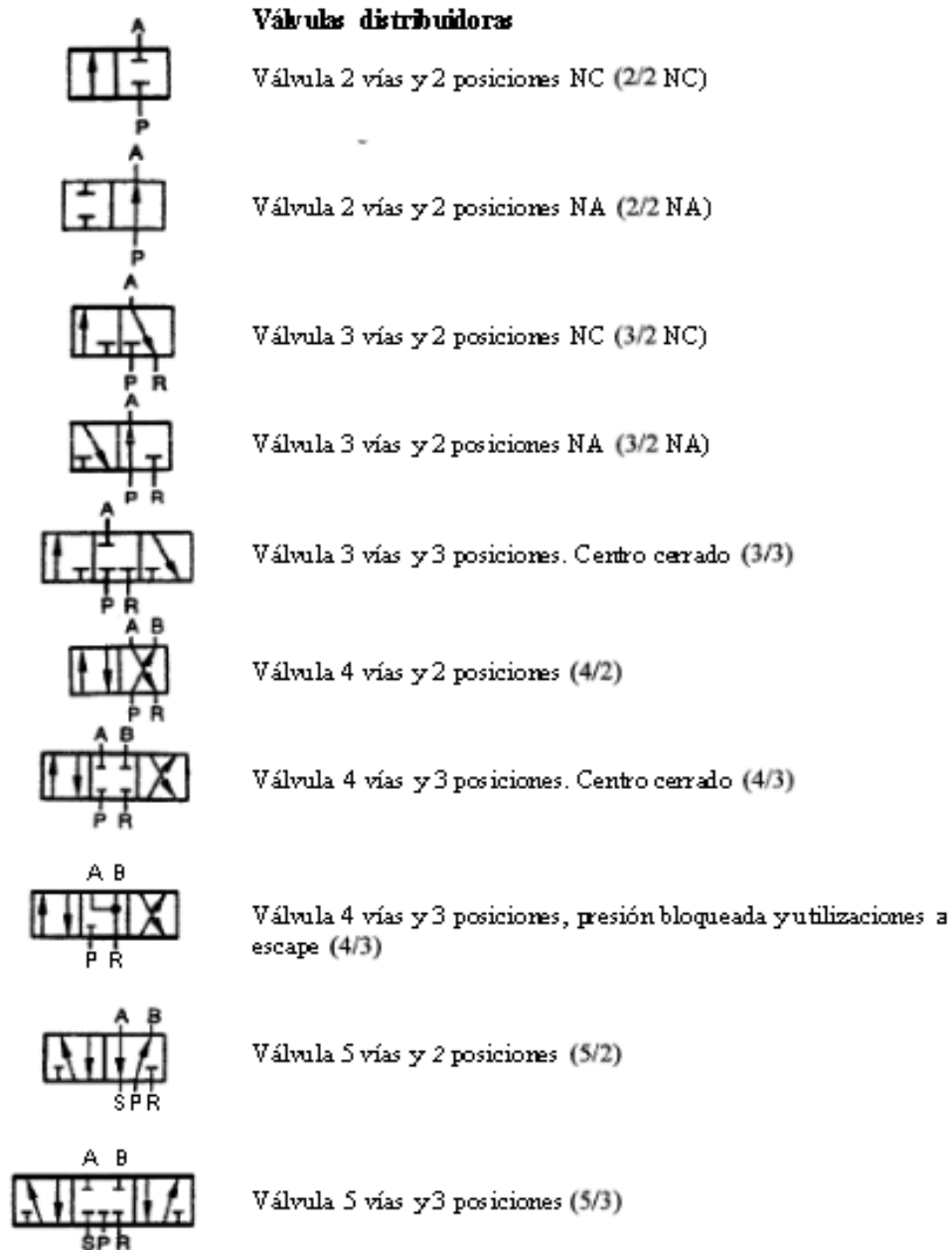
Las posiciones de cierre dentro de las casillas se representa mediante una línea cortada esto simboliza la interrupción del flujo. (Garrigos, 2013)

Figura 9. Posición normalmente cerrada



Fuente:http://platea.pntic.mec.es/~jgarrigo/1bch/archivos/3eva/8_valvulas_distribuidoras.pdf

Figura 10. Esquema de las válvulas distribuidoras



Fuente: <http://www.vicmatic.es/pdf/simbologia.pdf>

2.3.4.2 Válvulas de bloqueo. Son válvulas con la capacidad de bloquear el paso del aire comprimido cuando se dan ciertas condiciones en el circuito.

En este tipo de válvulas encontraremos, válvulas anti retorno, de simultaneidad, de selección de circuito y de escape.

2.3.4.3 Válvulas anti retorno. Este tipo de válvula está diseñada para que deje fluir el aire en un sentido, mientras bloquea el sentido contrario.

Figura 11. Válvula chek o anti retorno



Fuente: <http://sitioniche.nichese.com/valvula%20bloqueo.html>

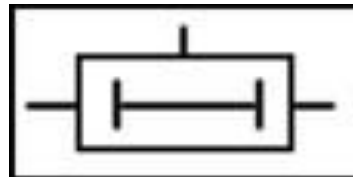
Aquí se puede observar representadas los tres tipos de válvula anti retorno que existen. El símbolo de la derecha representa una válvula anti retorno pilotada. La diferencia que tiene respecto a los otros dos tipos, es que cuando no está siendo pilotada actúa como una válvula anti retorno normal, mientras que cuando se la comanda o pilota, permite el paso del fluido en el sentido contrario.

En cambio, los otros dos símbolos, representan a válvulas anti retorno que solo admiten un sentido de paso de fluido o aire. El símbolo central, quiere decir que funciona con un muelle.

Las válvulas anti retorno se colocan antes que las válvulas de distribución, de esta forma protegen al circuito de posibles cortes de aire y de interferencias entre componentes.

2.3.4.4 Válvulas simultáneas. Las válvulas simultáneas tienen dos entradas, una salida y un elemento móvil, en forma de corredera, que se desplaza por la acción del fluido al entrar por dos de sus orificios, dejando libre el tercer orificio. Si solamente entra fluido por un orificio, el orificio que debería dejar paso al fluido, queda cerrado.

Figura 12. Válvula de simultaneidad

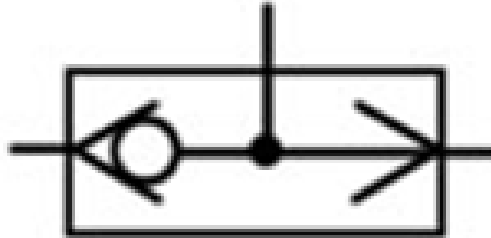


Fuente: <http://sitioniche.nichese.com/valvula%20bloqueo.html>

2.3.4.5 Válvulas selectivas. Las válvulas selectivas tienen 2 entradas y una salida. Su elemento móvil suele ser una bola metálica. Cada una de las entradas está conectada a un circuito diferente, por este motivo se llaman válvulas selectivas. Este tipo de válvula se utiliza cuando deseamos accionar una máquina desde más de un sitio de mando. El funcionamiento es sencillo de entender, si entra aire por una entrada, la bola se

desplazará obturando la otra entrada y dejando salir el fluido por la salida. Alguien se preguntará que sucede si se da la casualidad de que entre aire por las dos entradas a la vez, pues se cerrará la que menos presión tenga, y si tiene igual presión continuará cerrada la salida porque ésta no es la condición de servicio de la válvula.

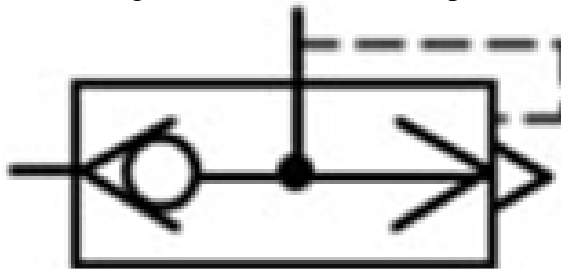
Figura 13. Válvula selectiva



Fuente: <http://sitioniche.nichese.com/valvula%20bloqueo.html>

2.3.4.6 Válvulas de escape. Este tipo de válvulas tiene dos funciones que desempeñar, no para liberar el aire lo antes posible, pues sí el aire tiene que pasar por gran cantidad de tubería, tardaría mucho en salir al exterior. La otra utilidad, es que a veces quedan restos de presión en las tuberías, lo cual facilita que se den errores de funcionalidad en el circuito, con este tipo de válvula se elimina esta posibilidad. (NEUMÁTICA, niche, 2013)

Figura 14. Válvula de escape

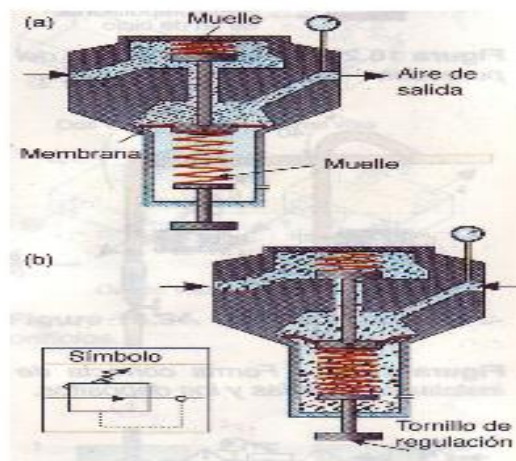


Fuente: <http://sitioniche.nichese.com/valvula%20bloqueo.html>

2.3.4.7 Válvulas de presión. Son válvulas de control que limitan la presión en todo el sistema o parte de él, o que permiten el flujo a diferentes partes del sistema. Solo una vez que el sistema ha llegado a un valor determinado.

2.3.4.8 Regulador o limitador de presión. Se encarga de que la compresión en el circuito se mantenga por debajo de un cierto límite y a presión constante. Dispone de una válvula de escape que libera aire cuando la presión aumenta.

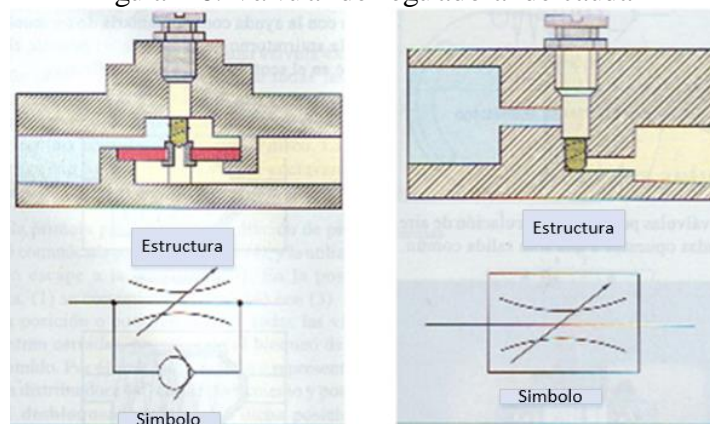
Figura 15. Válvula de reguladora o limitadora de presión.



Fuente: <http://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2009/05/neumatica.pdf>

2.3.4.9 Válvulas de caudal. A veces es necesario el control de la velocidad de un cilindro para sincronizarlo con otros movimientos que se verifican en un sistema. Para conseguirlo se controla el caudal de fluido mediante las válvulas reguladoras de caudal. Existen dos tipos de reguladores: de un solo sentido (unidireccional) y de dos sentidos. De ellos, el primero tiene mayor interés y es el más utilizado. (ERAZO, 2013)

Figura 16. Válvula de reguladora de caudal

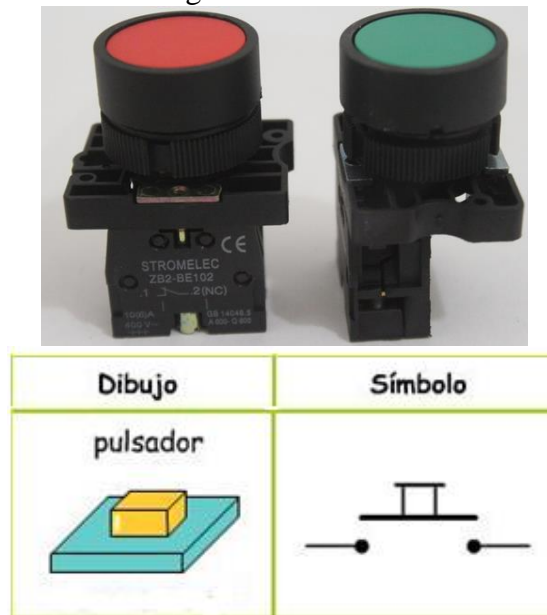


Fuente: <http://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2009/05/neumatica.pdf>

2.3.5 Elementos de control eléctrico. Estos elementos tienen la tarea de transmitir las señales eléctricas de los más variados puntos de un mando (instalación) con diversos accionamientos y tiempos de función, al sector de procesamiento de señales. Si el mando de tales aparatos se hace a través de contactos eléctricos, se habla de mando de contacto, en vez de mando de sin contacto o electrónico. Se distinguen, por su función, los elementos de apertura, de cierre y alternos.

2.3.5.1 Pulsadores. Entre los elementos de control se utilizan pulsadores, que cuentan con contactos que se cierran únicamente cuando están presionados, y, selectores, que cuentan con contactos que pueden tener posiciones fijas.

Figura 17. Pulsador

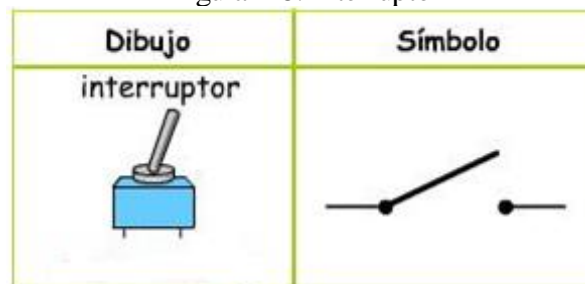


Fuente: http://igelectricidad.blogspot.com/2009_11_01_archive.html

2.3.5.2 Interruptores. Estos interruptores son enclavados mecánicamente al primer accionamiento. En el segundo accionamiento se libera el enclavamiento y el interruptor regresa a la posición de reposo. El interruptor de botón, así como el pulsador ya descrito, están normalizados por la norma DIN 43 605 y tiene una construcción específica.

Accionamiento. Encendido, apagado, o con las palabras encendido, apagado / On, Off. Esta marca puede encontrarse cerca o directamente sobre el botón. Para botones ubicados uno bajo el otro, el botón de apagado esta siempre abajo.

Figura 18. Interruptor



Fuente: http://igelectricidad.blogspot.com/2009_11_01_archive.html

2.3.5.3 Sensores. Casi siempre se opta por no utilizar finales de carrera mecánicos o magnéticos. En el primer caso no alcanza la fuerza de accionamiento de la pieza para accionar al interruptor, mientras en el segundo caso, la conducción del elemento no se hace ya por cilindros, como para poder pulsar magnéticamente.

Construcción. Los sensores inductivos constan de un oscilador, un paso de aumento y un amplificador.

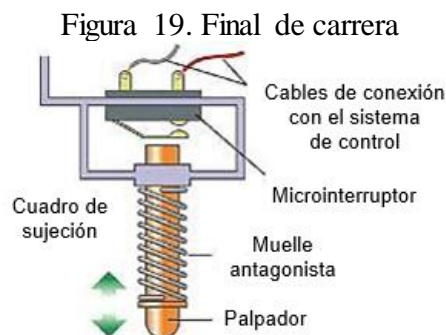
Función. El oscilador genera con ayuda de su bobina oscilante, un campo alterno de alta frecuencia en forma de casquete que se desborda de la cara frontal del sensor.

Formas de trabajo. Según sea las necesidades, se pueden emplear sensores inductivos para sistemas con corriente alterna o corriente continua.

Empleo con corriente alterna. Estos interruptores por proximidad trabajan en rangos de 20 V a 250 V. La frecuencia de conexión alcanza cerca de 50 impulsos por segundo.

2.3.5.4 Finales de carrera de contacto. Con estos interruptores son detectadas las posiciones finales muy específicas de partes mecánicas u otros elementos mecánicos. El punto de vista que rige la elección de dichos elementos de entrada de señal reside en el esfuerzo mecánico, la seguridad de contacto y la exactitud del punto de contacto. También se distinguen los finales de carrera por la forma de contacto: Gradual o repentino.

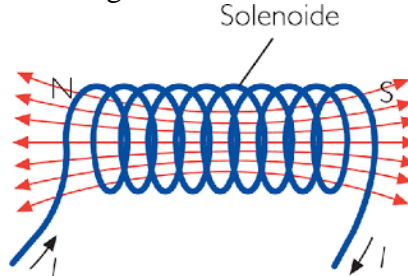
En el primero la apertura o el cierre de los contactos se hacen a la misma velocidad que el accionamiento (propio para velocidades de arranque pequeñas).



Fuente: http://verdugoyubeneyme.blogspot.com/2011_08_01_archive.html

2.3.5.5 Solenoides. En un accionador de solenoide un campo electromagnético mueve un inducido que a su vez mueve un pasador de empuje. El pasador de empuje mueve finalmente el carrete de la válvula.

Figura 20. Solenoide

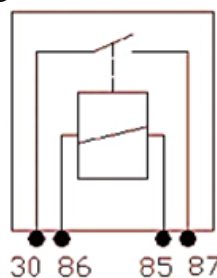


Fuente: <http://electromagnetismounaula.blogspot.com/2010/11/solenoide.html>

2.3.5.6 Relevadores. Los relevadores son elementos constructivos que hacen contactos y controles con cierto gasto de energía. Con los relevadores se puede controlar una potencia mucho mayor con un consumo en potencia muy reducido. Los relevadores son empleados para procesar señales. Se pueden utilizar como interruptores electromagnéticos para rendimiento específico del contacto.

Al inducir una tensión en la bobina fluye corriente eléctrica por el devanado, se genera un campo magnético, por el que la armadura es atraída hacia el núcleo de la bobina. La armadura misma está unida mecánicamente a contactos que son abiertos o cerrados. Esta condición de contacto dura tanto como la tensión dura. Al quitar la tensión la armadura es llevada a su posición original con ayuda de un resorte.

Figura 21. Relevadores



Fuente: http://www.conevyt.org.mx/educamba/guias_emprendizaje/relevadores.pdf

2.3.5.7 Contactores. Un contactor es un componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, tan pronto se dé tensión a la bobina (en el caso de ser

contactores instantáneos). Un contactor es un dispositivo con capacidad de cortar la corriente eléctrica de un receptor o instalación, con la posibilidad de ser accionado a distancia, que tiene dos posiciones de funcionamiento: una estable o de reposo, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción. Este tipo de funcionamiento se llama de "todo o nada". En los esquemas eléctricos, su simbología se establece con las letras KM seguidas de un número de orden (WIKIPEDIA, 2013).

Figura 22. Contactores.



Fuente: [http://www.automatas.org/Simiens/intr_s5_\(1\).htm](http://www.automatas.org/Simiens/intr_s5_(1).htm)

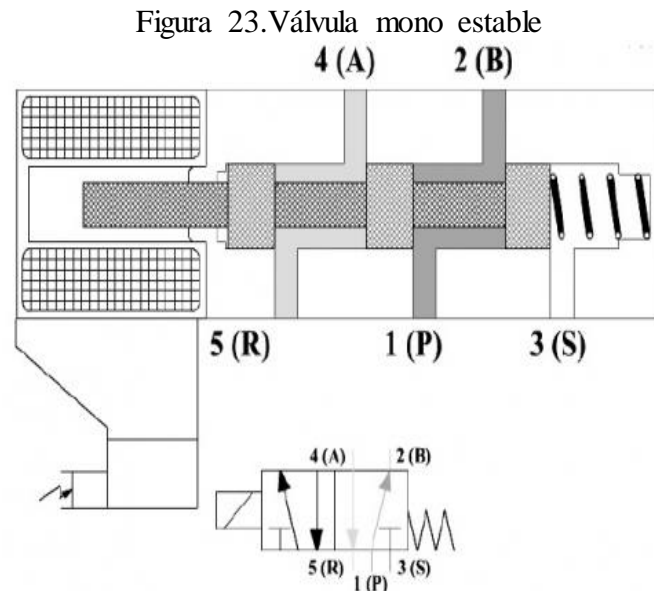
2.3.6 Válvulas electroneumáticas. Las electroválvulas son convertidores electroneumáticos que transforman una señal eléctrica en una actuación neumática. Por otra parte los sensores, fines de carrera y captadores de información son elementos eléctricos, con lo que la regulación y la automatización son, por tanto, eléctricas o electrónicas.

2.3.6.1 Válvulas distribuidoras electroneumáticas mono estables. Las válvulas de retorno por muelle son monoestables. Tienen una posición preferencial definida, a la cual vuelven automáticamente cuando desaparece la señal en sentido contrario.

La válvula de 5/2 vías realiza una función parecida a la de 4/2 vías. La diferencia es que tiene dos escapes independientes, mientras que la 4/2 tiene un único escape.

En posición inicial, el muelle fuerza a la corredera de tal manera que conecta 1 con 2 y 4 con 5, mientras que 3 queda aislado. Al activar el solenoide se desplaza la corredera, resultando que:

- El aire escapa de 2 hacia 3.
- El escape 5 se bloquea.
- El aire fluye ahora de 1 hacia 4.



Fuente:

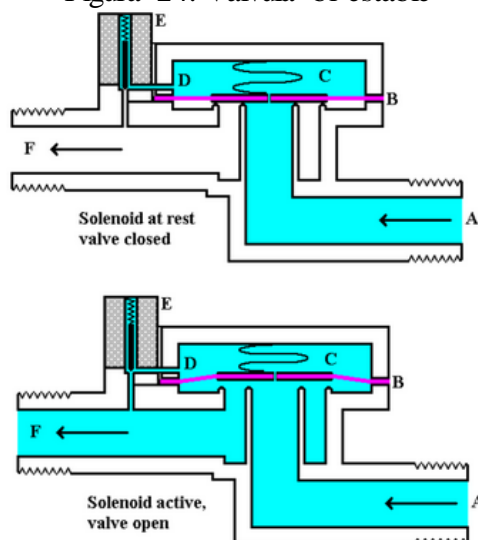
http://wikifab.dimf.etsii.upm.es/wikifab/index.php/08157_Tarea1:_Circuito_2_embolos

2.3.6.2 Válvulas distribuidoras bi estables. Una válvula bi estable no tiene una posición referencial y permanece en cualquier posición hasta que se activa una de las dos señales de impulso.

Las válvulas mencionadas anteriormente utilizan un resorte para devolver la válvula a su estado inicial, es decir, el solenoide acciona la válvula en un sentido y el muelle lo hace en sentido opuesto. Por descontado, esto significa que al quedar sin tensión la bobina, la válvula regresa a su posición inicial.

A diferencia de la válvula con retorno por resorte, ésta permanece en posición estable incluso en caso de fallo de tensión, esto significa que la válvula es bi estable, es decir, tiene un comportamiento memorizante. En circuitos electroneumáticos, esta característica tiene varias ventajas, entre ellas que basta un pulso de 10... 25 ms para disparar la válvula. La potencia eléctrica puede reducirse al mínimo. En circuitos con secuencias complejas, pueden mantenerse las posiciones de las válvulas y cilindros sin necesidad de recurrir a complicados enclavamientos del circuito. (ORTEGA, 2014)

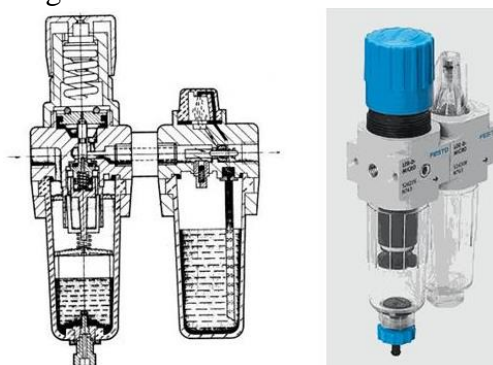
Figura 24. Válvula bi estable



Fuente: <http://avearias.wikispaces.com/electroneumática>

2.3.7 Unidad de mantenimiento o FRL. Constituyen unidades indispensables para el correcto funcionamiento de los sistemas neumáticos y para prolongar la vida útil de los componentes. Se instala en la línea de alimentación del circuito, lubricado y regulado a la presión requerida, es decir en las óptimas condiciones de utilización. (MICRO, 2013)

Figura 25. Unidad de mantenimiento



Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos66/sistema-transporte-aire-comprimido/sistema-transporte-aire-comprimido3.shtml>

2.3.8 Manifold. Las bases permiten el agrupamiento de las válvulas de la serie "EF" y "PF", 5/2 y 5/3 del mismo tamaño.

Cada base se suministra con los elementos necesarios para la fijación de la válvula, las posiciones de válvulas sin usar pueden ser cerradas con la tapa-placa especial. (AIRON, 2014)

Figura 26. Maifold



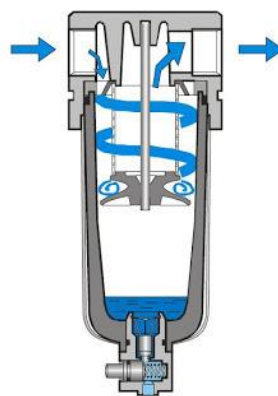
Fuente: Catálogo AIRTAC 2012

2.3.9 Filtro. Son elementos necesarios en toda instalación neumática correctamente concebida, aun cuando se haya hecho tratamiento del aire a la salida del compresor o depósito. Este no impedirá la llegada a los puntos de consumo de partículas de óxido ni de pequeñas cantidades de condensado provenientes de la red de distribución.

El aire de red ingresa al filtro dirigiéndose luego a la parte inferior, encontrando un deflector en forma de turbina que modifica la forma de la corriente haciéndola rotar.

Esta rotación separa por centrifugado las partículas más pesadas: las gotas de agua, emulsión de agua – aceite, cascarillas de óxido, etc. (MICRO, 2013)

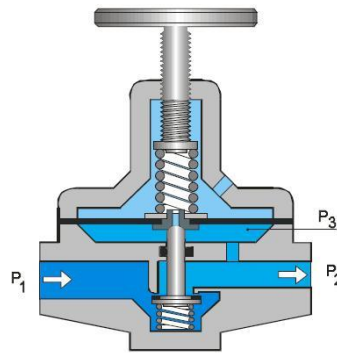
Figura 27. Filtro



Fuente: <http://industrial-automatica.blogspot.com/2010/09/tratamiento-del-aire-comprimido.html>

2.3.10 Regulador de Presión. El regulador reduce la presión en la red a una presión de trabajo adecuada a la máquina, equipo o herramienta utilizada. Además minimiza las oscilaciones de presión que surgen en la red.

Figura 28. Regulador de presión



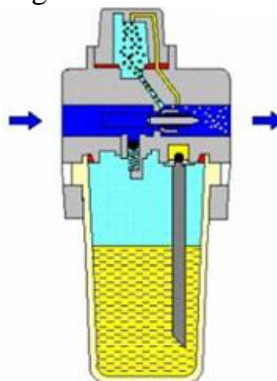
Fuente: <http://industrial-automatica.blogspot.com/2010/09/tratamiento-del-aire-comprimido.html>

2.3.11 Lubricador. En la actualidad la lubricación no es estrictamente necesaria. Los componentes neumáticos modernos vienen pre-lubricados para toda la vida. Esto implica mayor limpieza (industria alimentaria, farmacéutica) y menos contaminación del ambiente de trabajo.

Pero en equipos neumáticos que trabajen en condiciones exigentes, las piezas móviles necesitan lubricación. Para que estén suficientemente lubricadas de forma continua, se añade al aire comprimido una cierta cantidad de aceite mediante un lubricador.

Con la lubricación, se reduce el desgaste, se disminuyen las pérdidas por rozamiento y se consigue protección contra la corrosión. (AUTO PARTS, 2013)

Figura 29. Lubricador



Fuente: <http://industrial-automatica.blogspot.com/2010/09/tratamiento-del-aire-comprimido.html>

2.3.12 Accesorios. Es el conjunto de piezas modeladas o mecanizadas que unidas a los tubos mediante un procedimiento determinado forman las líneas estructurales de

tubería de una planta de proceso.

Figura 30. Accesorios



Fuente: <http://www.cenisa.com.mx/productos.html>

Entre las características más importantes que se debe tomar en cuenta de un accesorio es:

Diámetro. Es la medida de un accesorio o la medida nominal mediante el cual se identifica al mismo y depende de la exigencia técnica requerida.

Resistencia. Es la capacidad de tensión en libras o kilogramos que puede soportar un accesorio en plena operatividad.

Aleación. Es el material o conjunto de materiales del cual está hecho un accesorio de tubería.

Espesor. Es el grosor que posee la pared del accesorio de acuerdo a las normas y especificaciones establecidas.

Entre los más comunes de los accesorios tenemos los siguientes:

2.3.12.1 Unión codos. Un codo es un accesorio para tuberías instalado entre las dos longitudes del tubo para permitir un cambio de dirección, normalmente de 45°, 90° o 180°. También codos para tubos de 60° y otros codos usuales pueden ser fabricados a pedido especial.

Los codos para tuberías pueden ser fabricados de muchos materiales, como hierro fundido, acero inoxidable, aleación de acero, acero al carbón, acero de alto rendimiento, metales no ferrosos, plásticos, etc. Los extremos a conectar los tubos deben ser maquinados por soldadura a tope, fusión, enroscados o encastrados. (MEMOREX, 2013)

Figura 31.Codo



Fuente: <http://www.directindustry.es/prod/norgren/racores-funciones-neumaticas-sensor-presion-14694-704087.html>

2.3.12.2 Unión te. Se denomina Te a una conexión que tiene la forma de la letra T. Estas conexiones permiten realizar una derivación desde una cañería, en 90°.

Los tipos de té que existen son:

Diámetros iguales o te de recta.

Reductora con dos orificios de igual diámetro y un desigual

Figura 32 .Tee



Fuente: http://www.infocomercial.com/e/provincia-de-zhejiang-neumaticos-accesorios-de-plastico-_r2114_j56415.php

2.3.12.3 Tapones. Un tapón es una herramienta utilizada para sellar un contenedor, por ejemplo una botella, un tubo o un barril.

Hay una variedad en formas y tamaños de los tapones; entre las diferencias en la

geometría varía el ángulo de conicidad, diámetro y espesor.

En todos los casos, el tapón mantiene el ambiente del contenedor sellado totalmente para los líquidos o los gases no pueden escaparse. (WIKIPEDIA, 2013)

Figura 33. Tapones



Fuente: <http://www.mocap.com.mx/cubiertas-tapones-silicon.html>

2.3.12.4 Silenciador. Los silenciadores neumáticos pueden reducir efectivamente el ruido del equipo neumático. Los silenciadores están diseñados para brindar un equilibrio óptimo entre la reducción del ruido y la presión inversa aceptable en el sistema neumático. Los silenciadores de plástico poroso ofrecen numerosas ventajas sobre los silenciadores acústicos de metal, incluyendo un peso significativamente menor, resistencia mejorada a la corrosión, capacidad para filtrar partículas y aerosoles, durabilidad, velocidad de montaje y rentabilidad. (ERAZO, 2013)

Figura 34. Silenciador



Fuente: <http://spanish.alibaba.com/product-gs/pneumatic-ssl-08-silencer-muffler-464222160.html>

2.3.12.5 Tubería neumática. Los tubos neumáticos son sistemas en los cuales contenedores cilíndricos son propulsados a través de una red de tubos por medio de aire comprimido o por medio de vacío. Son usados para transportar gases. (WIKIPEDIA, 2013)

Figura 35. Mangueras neumáticas



Fuente: <http://www.sicontrol.com/racores.htm>

2.4 Aire comprimido

El aire comprimido se refiere a una tecnología o aplicación técnica que hace uso de aire que ha sido sometido a presión por medio de un compresor. En la mayoría de aplicaciones, el aire no sólo se comprime sino que también se deshumifica y se filtra. El uso del aire comprimido es muy común en la industria, su uso tiene la ventaja sobre los sistemas hidráulicos de ser más rápido, aunque es menos preciso en el posicionamiento de los mecanismos y no permite fuerzas grandes. (WIKIPEDIA, 2013).

2.4.1 Características del aire comprimido. La utilización óptima del aire comprimido se conseguirá aprovechando las propiedades físicas que posee en la industria:

Preparación. El aire comprimido debe ser preparado. Antes de su utilización. Es preciso eliminar impurezas y humedad (al objeto de evitar un desgaste prematuro de los componentes).

Compresible. Como todos los gases el aire no tiene una forma determinada, toma la forma del recipiente que los contiene o la de su ambiente, permite ser comprimido (compresión) o y tiene la tendencia a dilatarse (expansión). Con aire comprimido no es posible obtener para los émbolos velocidades: uniformes y constantes.

Volumen Variable. El volumen del aire varía en función de la temperatura dilatándose al ser calentado y contrayéndose al ser enfriado.

Fuerza. El aire comprimido es económico sólo hasta cierta fuerza. Condicionado por la presión de servicio normalmente usual de 700 kPa (7 bar), el límite. También en función de la carrera y la velocidad, es de 20.000 a 30.000 N (2000 a 3000 kp).

Ruido. El escape de aire produce ruido. No obstante. Este problema ya se ha resuelto en gran parte.

Economía. La instalación tiene un coste relativamente bajo debido al coste modesto de los componentes. El mantenimiento es también poco costoso debido a su larga duración sin apenas averías.

Seguridad. No presenta peligro de incendio en áreas de riesgo elevado y el sistema no está afectado por la sobrecarga puesto que los actuadores se detienen o se sueltan simplemente. Los actuadores neumáticos no producen calor.

Disponibilidad. Muchas fábricas e instalaciones industriales tienen un suministro de aire comprimido en las áreas de trabajo y compresores portátiles que pueden servir en posiciones más alejadas.

Almacenamiento. Si es necesario se puede almacenar fácilmente en grandes cantidades en el interior de depósitos especialmente diseñados y creados para ello.

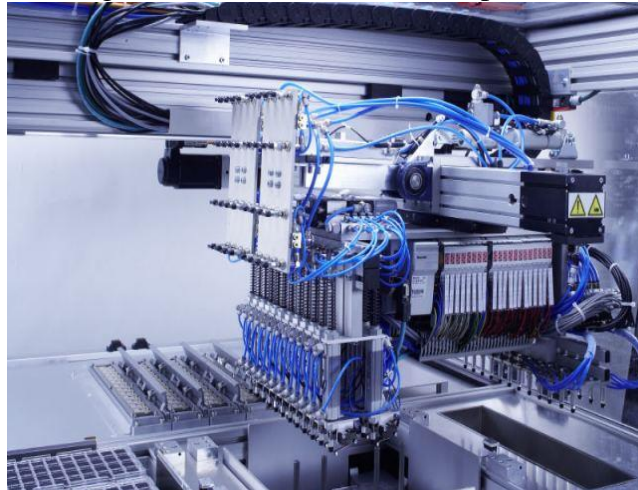
Simplicidad de diseño y control. Los componentes neumáticos son de configuración sencilla y se montan fácilmente para proporcionar sistemas automatizados extensos con un control relativamente sencillo.

Fiabilidad. Los componentes neumáticos tienen una larga duración que tiene consecuencia la elevada fiabilidad del sistema.

Seguridad. No presenta peligro de incendio en áreas de riesgo elevado y el sistema no está afectado por la sobrecarga puesto que los actuadores se detienen o se sueltan simplemente. Los actuadores neumáticos no producen calor. (JÓSE, 2013)

Ventajas y desventajas del aire comprimido

Figura 36. Sistema del aire comprimido



Fuente: <http://ingenieriaelectricaexplicada.blogspot.com/2010/07/ventajas-y-desventajas-del-aire.html>

En aplicaciones neumáticas en la industria se trabaja con aire comprimido. Esto representa ciertas ventajas y desventajas, sobre todo, si se compara con la hidráulica y la electricidad.

2.4.2 Ventajas

Económico. Se puede conseguir como fluido de trabajo simplemente tomándolo de la atmósfera, lo que no implica costos.

Seguro. Hay pocos riesgos de accidentes, porque no posee propiedades explosivas.

Abundante. Se encuentra en grandes cantidades en la Tierra.

No contamina. El aire después de utilizado se devuelve al ambiente sin representar contaminación del medio.

Rápida respuesta. Los actuadores pueden trabajar a altas velocidades.

No requiere líneas de retomo. A diferencia de otros medios como la hidráulica, éste no requiere volver al generador, sino que se devuelve al ambiente sin inconvenientes
Fácil montaje y mantenimiento.

Fácil transporte

La instalación es sencilla, rápida y limpia

2.4.3 Desventajas

Humedad. El aire, al salir del compresor, puede tener una alta temperatura, lo que hace que al recorrer la línea de distribución se presente enfriamiento y se produzca condensación, traduciéndose en presencia de agua en las tuberías. Este es uno de los más graves inconvenientes que presenta el trabajo con aire comprimido, pues el contenido de humedad puede afectar los dispositivos de trabajo (actuadores, válvulas, etc.)

Ruido. La operación de los elementos de trabajo ocasiona gran cantidad de ruido lo que obliga al uso de silenciadores en los escapes de las válvulas, incrementando costos. Esto no elimina todo el ruido, pero lo disminuye. También el compresor produce mucho ruido, razón por la cual se debe instalar en un lugar apartado del área de producción de la empresa.

Limitación de fuerza. Cuando se trabaja con aire comprimido no se logran fuerzas muy grandes, lo que obliga a utilizar otras alternativas como la hidráulica cuando se requiere aplicación de grandes fuerzas. La fuerza máxima es de 30000N, aproximadamente.

Difícil detección de fugas. Las fugas normalmente se detectan por el sonido que producen, pero en una industria hay gran presencia de ruido, lo que dificulta el poder determinar que hay presencia de fugas. Esto genera caídas de presión y disminución en el caudal, obligando al compresor a trabajar más tiempo incrementando los costos en el consumo de energía.

Costosa producción. El compresor consume mucha energía, por eso se hace muy costosa la generación de aire comprimido. (BRUNO, 2013)

2.4.4 Producción del aire comprimido. Para producir aire comprimido se utilizan compresores que elevan la presión del aire al valor de trabajo deseado. Los mecanismos

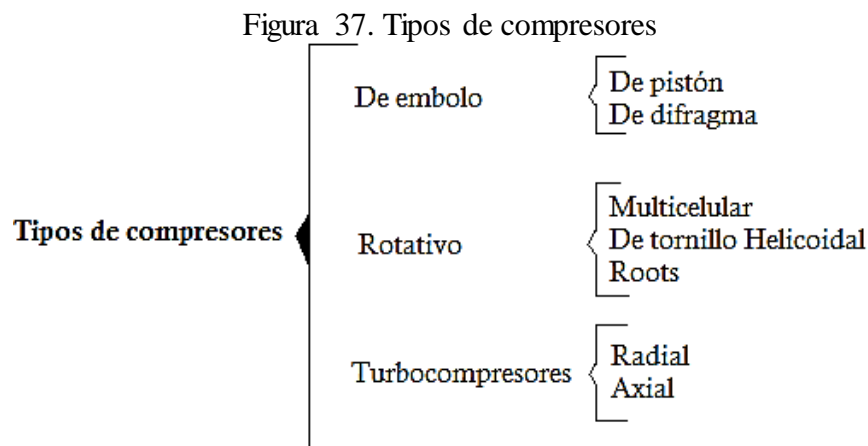
y mandos neumáticos se alimentan desde una estación central. Entonces no es necesario calcular ni proyectar la transformación de la energía para cada uno de los consumidores. El aire comprimido viene de la estación compresora y llega a las instalaciones a través de tuberías. (HALLIDAY, 2013)

2.5 El compresor

Un compresor es una máquina de fluido que está construida para aumentar la presión y desplazar cierto tipo de fluidos llamados compresibles, tal como lo son los gases y los vapores. Esto se realiza a través de un intercambio de energía entre la máquina y el fluido en el cual el trabajo ejercido por el compresor es transferido a la sustancia que pasa por él convirtiéndose en energía de flujo, aumentando su presión y energía cinética impulsándola a fluir. (WIKIPEDIA, 2013)

2.5.1 Tipos de compresores. Los compresores se pueden clasificar en función de la forma de trabajo. Los más usados son de embolo, que son muy baratos, pero hacen bastante ruido. Otro tipo son los giratorios o rotativos más actuales y menos ruidosos. Dentro de cada grupo hay multitud de clases distintas de compresores.

El cuadro muestra los diferentes tipos de compresores:



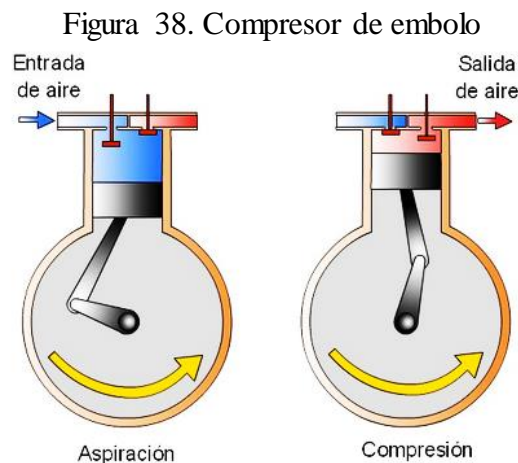
Fuente: <http://quantum.cucei.udg.mx/~gramirez/menus/introduccion/compresores.html>

2.5.1.1 Compresores de émbolo. Los compresores más utilizados, como ya se dijo anteriormente, son los de embolo, debido a su precio y a su flexibilidad de funcionamiento, es decir, permiten trabajar con caudales de diferentes magnitudes y con

un amplio rango de relación de compresión.

El funcionamiento de este tipo de compresores es muy parecido al de un motor de un automóvil. Un eje, en el que va una manivela (cigüeñal), acciona la biela que produce un movimiento alternativo en el pistón. Al bajar el pistón, entra aire por la válvula de aspiración. En ese momento la válvula de salida está cerrada. Cuando el pistón desciende hasta el punto muerto inferior, las dos válvulas se cierran. En este momento comienza la compresión del aire que ha entrado al cilindro, debido al inicio del ascenso del pistón. Cuando este aire se ha comprimido hasta el máximo, entonces se abre la válvula de salida. El aire comprimido es descargado en el depósito y comienza a viajar hacia el circuito a través de los conductos del mismo.

Como datos importantes de estos compresores, señalamos que pueden alcanzar presiones desde 6 kp/cm² hasta un máximo de 10 kp/cm² en los compresores de una etapa. En los de dos etapas se puede llegar hasta 15 kp/cm². En cuanto a los caudales, pueden conseguirse hasta los 500 m³/min.



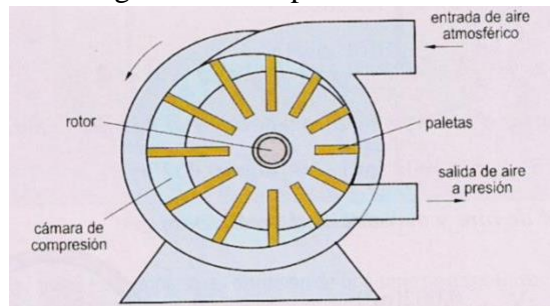
Fuente: http://www.portaleso.com/usuarios/Toni/web_neumatica/neumatica_indice.html

2.5.1.2 Compresores Rotativos. Un rotor excéntrico gira en el interior de un cárter cilíndrico provisto de ranuras de entrada y de salida. Las ventajas de este compresor residen en sus dimensiones reducidas, su funcionamiento silencioso y su caudal prácticamente uniforme y sin sacudidas. Para el caudal véase la figura 14 (diagrama). El rotor está provisto de un cierto número de aletas que se deslizan en el interior de las ranuras y forman las células con la pared del cárter.

Cuando el rotor gira, las aletas son oprimidas por la fuerza centrífuga contra la pared del cárter, y debido a la excentricidad el volumen de las células varía constantemente.

Son muy silenciosos y proporcionan unos caudales de hasta 8 m³/min, junto con una presión que oscila entre los 7 y los 14 bares. (RAMIREZ, 2013)

Figura 39. Compresor Rotativo

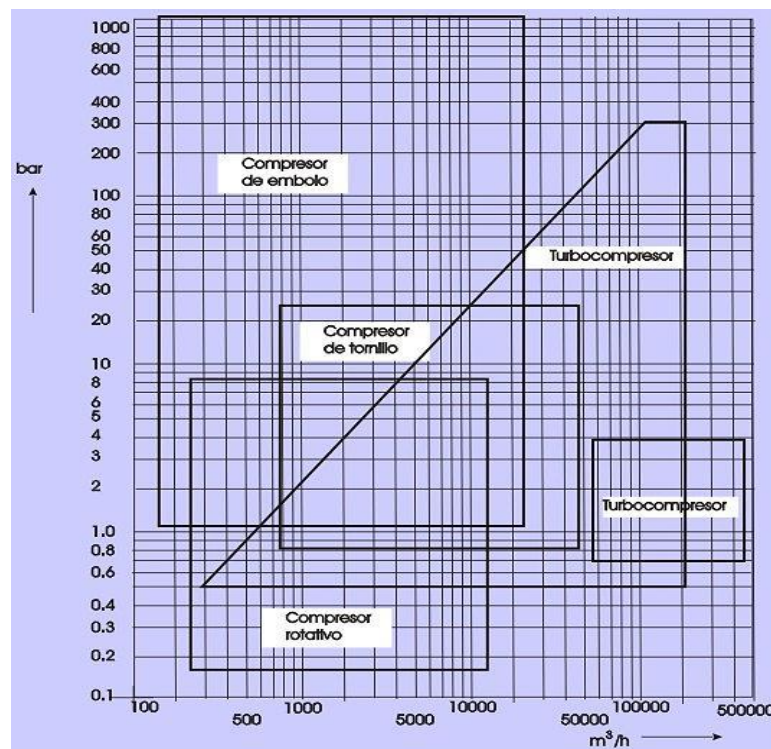


Fuente: <http://neumaticabasicaepp.wordpress.com/44-2/produccion-del-aire-comprimido/tipos-de-compresores/>

A continuación le presentamos una tabla para seleccionar el tipo de compresor.

Diagrama de presión-caudal

Tabla1. Diagrama de selección de compresores



Fuente: uatum.cucei.udg.mx/~gramirez/menus/introduccion/compresores.html

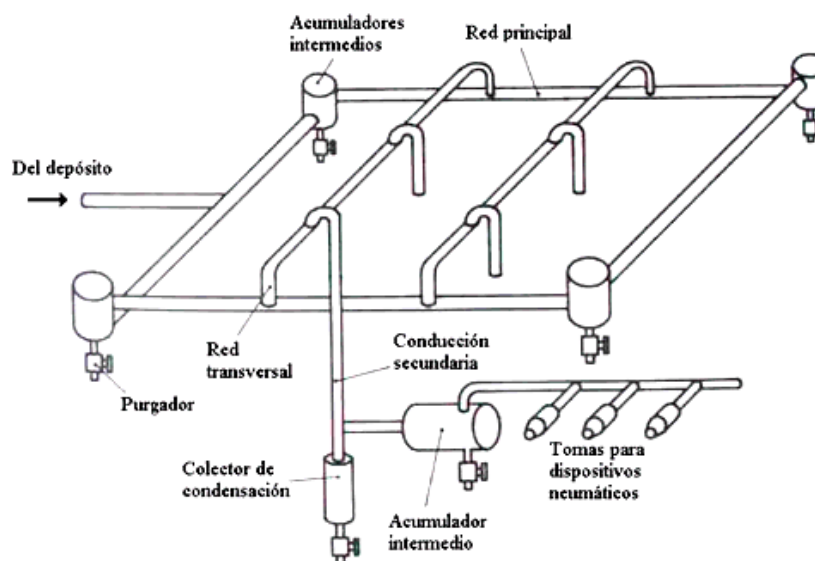
2.6 Distribución del aire comprimido

Las redes de distribución de aire comprimido surgen para poder abastecer de aire a todas las máquinas y equipos que lo precisen, por lo que se debe tender una red de conductos desde el compresor y después de haber pasado por el acondicionamiento de aire, es necesario un depósito acumulador, donde se almacene aire comprimido entre unos valores mínimos y máximos de presión, para garantizar el suministro uniforme incluso en los momentos de mayor demanda.

El diámetro de las tuberías se debe elegir para que si aumenta el consumo, la pérdida de presión entre el depósito y el punto de consumo no exceda de 0,1 bares. Cuando se planifica una red de distribución de aire comprimido hay que pensar en posibles ampliaciones de las instalaciones con un incremento en la demanda de aire, por lo que las tuberías deben dimensionarse holgadamente.

Las conducciones requieren un mantenimiento periódico, por lo que no deben instalarse empotradas; para favorecer la condensación deben tenderse con una pendiente de entre el 1 y el 2% en el sentido de circulación del aire, y estar dotadas a intervalos regulares de tomas por su parte inferior, con las purgas correspondientes para facilitar la evacuación del condensado.

Figura 40. Red de distribución



Fuente: http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/1000/1108/html/23_distribucion_de_aire_comprimido.html

2.7 Depósito o acumulador

El propósito principal de un acumulador es actuar como un depósito de aire. De la misma manera algunos almacenes de depósito de agua potable reservan agua para un futuro, un acumulador de aire toma el aire de descarga del compresor y la almacena para su uso en herramientas o instrumentos. Muchas herramientas se utilizan de manera intermitente. Si están conectados directamente a un compresor de aire, o bien carecen de capacidad suficiente para funcionar adecuadamente o el compresor arranca y para con frecuencia, da lugar a un desgaste prematuro del compresor y al fracaso. El acumulador proporciona una fuente constante de capacidad de aire. Grandes acumuladores pueden tener múltiples compresores conectados y permitir la conexión a muchos dispositivos neumáticos que funcionan a diferentes capacidades.

Una función crítica de un acumulador de aire es la de regular la presión de salida del compresor. (CASERES, 2013)

Figura 41. Acumulador Neumático



Fuente: <http://www.martincucalon.com.es/Deposito-acumulador-vertical-500-litros/11-Bar-con-accesorios>

2.8 Presión

La presión (P) es una magnitud física que mide como la proyección de la fuerza en dirección perpendicular por unidad de superficie (esa magnitud es escalar), y sirve para caracterizar cómo se aplica una determinada fuerza resultante sobre una línea. En el Sistema Internacional la presión se mide en una unidad derivada que se denomina pascal (Pa) que es equivalente a una fuerza total de un newton actuando uniformemente

en un metro cuadrado. En el Sistema Inglés la presión se mide en libra por pulgada cuadrada (pound per square inch o psi) que es equivalente a una fuerza total de una libra actuando en una pulgada cuadrada.

La presión es la magnitud escalar que relaciona la fuerza con la superficie sobre la cual actúa, es decir, equivale a la fuerza que actúa sobre la superficie.

Cuando sobre una superficie plana de área A se aplica una fuerza normal F de manera uniforme, la presión P viene dada de la siguiente forma: (GIANCOLI, 2013)

$$P = \frac{F}{A} \quad (5)$$

Dónde:

F= Fuerza ejercida por el cilindro.

A= Área del cilindro.

$$A = \pi r^2 [m^2] \quad (6)$$

Dónde:

r= Radio del cilindro.

$$A = \frac{\pi}{4} \phi^2 [m^2] \quad (7)$$

Dónde:

ϕ = Diámetro del cilindro.

2.9 Unidades de presión

Se denomina presión a la magnitud que relaciona la fuerza aplicada a una superficie y el área de la misma (solo aplicada a fluidos).

La presión es una fuerza por unidad de superficie y puede expresarse en unidades tales como pascal, bar, atmósferas, kilogramos por centímetro cuadrado y psi (libras por pulgada cuadrada). En el Sistema Internacional (S.I.). El pascal es 1 newton por metro

cuadrado (1 N/m^2), siendo el newton la fuerza que aplicada a un cuerpo. (YESID, 2011)

Tabla 2. Conversión de unidades

	Psi	Pulgada c. de agua	Pulgada c. de Hg	Atmósfera	kg/cm ²	cm c. de a.	mm c. de Hg	Bar	Pa
Psi	1	27,68	2,036	0,0680	0,0703	70,31	51,72	0,0689	6894,76
Pulgada c. de a.	0,0361	1	0,0735	0,0024	0,0025	2,540	1,868	0,0024	249
Pulgada c. de Hg	0,4912	13,6	1	0,0334	0,0345	34,53	25,4	0,0338	3386,39
Atmósfera	14,7	406,79	29,92	1	1,033	1033	760	1,0132	$1,0133 \times 10^5$
kg/cm ²	14,22	393,7	28,96	0,9678	1	1000	735,6	0,98	98066
cm c. de a.	0,0142	0,3937	0,0289	0,00096	0,0010	1	0,7355	0,0009	98,06
mm c. de Hg	0,0193	0,5353	0,0393	0,0013	0,0013	1,359	1	0,00133	133,322
Bar	14,5	401	29,53	0,987	1,02	1020	750	1	10^5
Pa	0,00014	0,0040	0,00029	$0,987 \times 10^{-5}$	$0,102 \times 10^{-4}$	0,01	0,0075	10^{-5}	1

Fuente: <http://dc368.4shared.com/doc/iAy1G9Tp/preview.html>

2.10 Manómetro de tubo de Bourdon

Este medidor de presión tiene una amplia variedad de aplicaciones para realizar mediciones de presión estática; es barato, consistente y se fabrica en diámetros de 2 pulgadas (50 mm) en caratula y tienen una exactitud de hasta 0.1% de la lectura a escala plena; con frecuencia se emplea en el laboratorio como un patrón secundario de presión. (VARGAS, 2013)

Figura 42. Manómetro de Bourdon



Fuente: <http://www.quiminet.com/articulos/los-manómetros-y-termómetros-instrumentos-de-medición-para-aplicaciones-industriales-2671619.htm>

2.11 Caudal

En dinámica de fluidos, caudal es la cantidad de fluido que pasa en una unidad de tiempo. Normalmente se identifica con el flujo volumétrico o volumen que pasa por un área dada en la unidad de tiempo. Menos frecuentemente, se identifica con el flujo másico o masa que pasa por un área dada en la unidad de tiempo. (RODRIGUEZ, 2013)

$$Q = \frac{v}{t} \quad (8)$$

Dónde:

Q = Caudal (metro cúbicos / segundo)

v = Volumen (metro cúbicos)

t = Tiempo (segundo)

Consumo de aire

$$V = \frac{\pi}{4} (2\phi^2 - \phi v^2) C [m^3] \quad (9)$$

Dónde:

ϕ = Diámetro del cilindro.

Φv = Diámetro del vástago del cilindro.

C = Carrera del cilindro

$$Q = \frac{\pi C P n}{4000} (2\phi^2 - \phi v^2) \left[\frac{lt}{min} \right] \quad (10)$$

Dónde:

ϕ = Diámetro del cilindro.

Φv = Diámetro del vástago del cilindro.

C = Carrera del cilindro.

P = Presión.

N = Numero de ciclos.

CAPÍTULO III

3. DISEÑO DEL BANCO DE PRUEBAS NEUMÁTICO Y ELECTRONEUMÁTICO

3.1 Análisis de alternativas

El presente capítulo describe el procedimiento que se llevara a cabo para la selección del banco didáctico y los diferentes accesorios que componen el mismo, partiendo de los criterios de requerimiento y de las necesidades, finalmente se utilizaran los catálogos de donde se seleccionarán.

Antes de seleccionar una de las alternativas de solución, se debe conocerlas principales características que tienen para poder resolver el problema con buen criterio para su solución.

3.1.1 Alternativa 1

Figura 43. Banco didáctico



Fuente: http://www.festo-didactic.com/ov3/media/customers/1100/542504_leseprobe.pdf

El banco mostrado (ver Figura. 43), es un banco didáctico que permite ocuparlo solo la parte frontal tiene una buena estética pero el tablero ocupa casi toda la mesa, ya que tiene dos tableros uno fijo y el otro móvil, la instalación de los elementos que realiza el estudiante no va hacer la más cómoda posible y la construcción se lo puede realizar con materiales que se encuentran en el mercado nacional y la inversión no va a ser muy alta.

3.1.2 Alternativa 2

Figura 44. Alternativa 2



Fuente: <http://www.javeriana.edu.co/blogs/iondragon1/secciones/sin-categoria/>

El banco que se muestra (ver Figura. 44) tiene dimensiones adecuadas, una estética excelente y la forma de su estructura es apta para todos los estudiantes, posee un solo tablero el que se desplaza de izquierda a derecha, se puede trabajar en sus dos lados, se realizara dos practicas al mismo tiempo es de fácil manejo tiene un buen espacio para que se adapte el estudiante ergonómicamente al banco, su mantenimiento no es complicado, se puede llegar a todas las partes del banco que se requiera, su construcción no es complicada y los materiales existen en el país.

3.1.3 Alternativa 3

Figura 45. Alternativa 3



Fuente: http://www.festo-didactic.com/ov3/media/customers/1100/542504_leseprobe.pdf

El banco didáctico mostrado (ver Figura. 45), el tamaño esta adecuado, su estética no es muy acogedora y su estructura es sencilla posee dos tableros uno en la parte frontal del

banco y el otro en la parte superior, se realiza una sola práctica a la vez, fácil manejo de los elementos se puede mover a cualquier lugar que se requiera el mantenimiento no es complicado y se puede realizar de manera rápida y sencilla.

3.2 Requerimientos

Antes de seleccionar una de las posibles alternativas de solución, se debe conocerlas principales características y facilidades de trabajo que prestan, para poder resolver el problema con buen criterio.

Algunos de los parámetros requeridos para seleccionar el banco son:

Capacidad. Es uno de los parámetros más importantes que se debe tomar en cuenta y es la cantidad de elementos que serán colocados en el tablero del banco a distancias moderadas entre ellos, para obtener una adecuada distribución en el tablero.

Flexibilidad. Es un aspecto que se debe tomar en cuenta ya que se refiere a la posibilidad de trabajar.

Tamaño y peso. Se refiere básicamente en las dimensiones y forma de la estructura del banco didáctico ya que de ello va a depender la facilidad para poder transportarlo en caso de que sea necesario.

Manejo. Debe ser fácil de operarlo con la finalidad de que exista una capacitación mínima al estudiante y desarrollar su actividad en forma segura.

Mantenimiento. Es necesario realizar una limpieza al banco y a cada uno de los elementos utilizados después de las prácticas realizadas.

Además el equipo deberá tener fácil acceso a las partes que requieran mantenimiento y no tener costos elevados para realizarlo.

Seguridad. En el manejo del equipo no debe existir ningún tipo de peligro para el estudiante ni para las personas que se encuentren alrededor de manera que no exista

posibilidad de producir un accidente.

Vida útil. El equipo debe ser diseñado para que tenga una vida útil de operación de 10 años aproximadamente, con lo cual todas las perspectivas económicas a su alrededor sean factibles.

Consumo de energía. La necesidad de consumir la cantidad de energía.

Costo de construcción. Considerando la necesidad y el funcionamiento que presta el banco, se lo construirá con materiales de fácil adquisición en el mercado nacional, la inversión no será elevada y será permitirá construirlo sin ningún problema.

3.3 Selección de la alternativa adecuada del banco

Según los parámetros analizados en la sección 3.2 se crea una matriz de decisión donde los compararemos según los requerimientos y necesidades que facilite colocar de manera adecuada los elementos para así elegir el banco óptimo para el estudiante.

Cabe indicar que la elaboración de la matriz se hará tomando en consideración las necesidades del profesor y los estudiantes, las cuales se consideraran en los parámetros de decisión (ver Tabla 3).

Tabla 3. Matriz de decisión para el Banco didáctico

Matriz de Decisión			
Parámetros de decisión	Alternativas		
	1	2	3
Capacidad	B	A	B
Flexibilidad	B	A	B
Ergonomía	A	A	A
Tamaño y peso	B	B	A
Manejo	C	A	B
Vida útil	A	A	A
Costo de energía	B	B	B
Costo de construcción	C	A	A
Mantenimiento	B	B	B
Seguridad	A	A	A
Resultados	57	85	75

Fuente: Autores

Correspondencia de calificación:

A = 10 puntos. (Óptimo)

B = 5 puntos. (Medio)

C = 1 punto. (Bajo)

Resultados:

Banco didáctico 1 = 57 puntos.

Banco didáctico 2 = 85 puntos.

Banco didáctico 3 = 75 puntos.

En la Tabla 5, de decisión las casillas marcadas con la ponderación mostrada representan que el Banco didáctico cumple adecuadamente, medianamente y eficientemente con las exigencias que se desea para obtener los elementos distribuidos adecuadamente.

Por las alternativas planteadas según las ventajas y desventajas que éstas presentan seleccionamos la alternativa 2.

El banco didáctico seleccionado tiene bajo costo, buen rendimiento, es de construcción sencilla, las operaciones de mantenimiento son simples y los costos son bajos, no requiere personal altamente calificado para operar.

3.4 Diseño de la estructura del banco

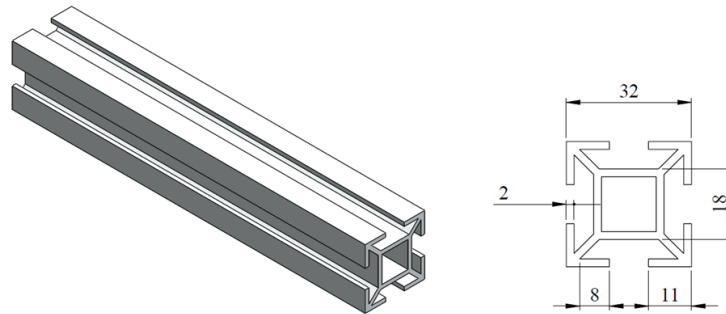
En el diseño de la estructura del banco se toman en cuenta básicamente el tamaño y el peso que soporta, el peso que soporta es el peso del tablero de aluminio de aluminio, chapa metálica de la parte superior del mismo y el peso de sus accesorios.

3.3.1 Tablero de Aluminio. Para dimensionar el tablero se toma en cuenta los componentes que serán colocados como son los cilindros, las válvulas distribuidoras, los finales de carrera los codos, mangueras, cables, etc.

El material que se ha seleccionado es un perfil de aluminio estructural por la facilidad que presenta para el montaje de los elementos a utilizar como se muestra a continuación

(ver Figura. 46), el mismo que tiene gran resistencia al a corrosión y a la tensión, bajo peso, alta durabilidad y lo más importante fácil de adquirir en el mercado y se tiene las siguientes propiedades $E= 70.000$ MPa (70.000 N/mm²).

Figura 46. Perfil de aluminio estructural



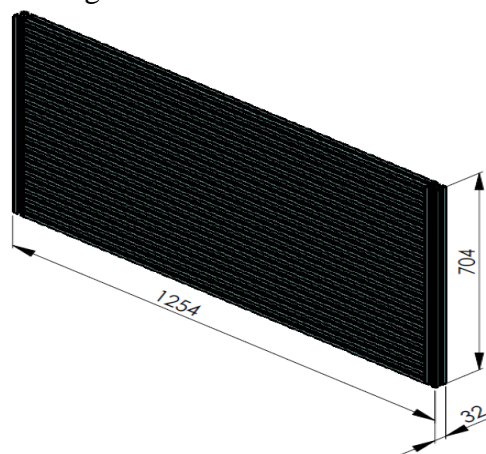
Fuente: Autores

Las propiedades mecánicas del aluminio se muestran a continuación.

Resistencia a la tensión Su	427 MPa
Módulo de tensión E	70000 MPa
Resistencia a la Fluencia Sy	290 MPa
Ductilidad Elongación	20% en 2 in
Resistencia al corte	362 MPa
Resistencia a la fatiga	138 Mpa

El tablero de aluminio está formado por 22 de estos perfiles de 1190 mm y por 2 en forma perpendicular a estos de 710 mm, obteniendo las siguientes dimensiones que se muestra en la figura 48 y posee un peso de 8kg.

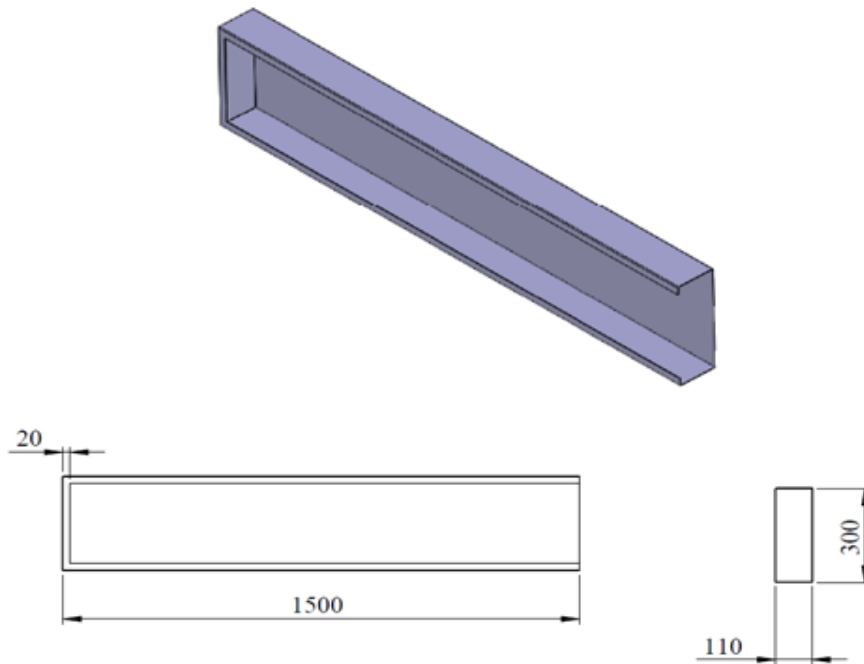
Figura 47. Tablero de aluminio



Fuente: Autores

3.3.2 *Chapa metálica de la parte superior del banco.* Para dimensionar la chapa metálica se toma en cuenta los módulos que tienen relés bobinas y contactores y además aprovechando la longitud del banco y el espacio que presenta la estructura del banco se obtiene las siguientes dimensiones que se encuentran en la figura 49 y un peso de 5 kg como son 2 entonces son 2.5 kg.

Figura 48. Chapa metálica.



Fuente: Autores

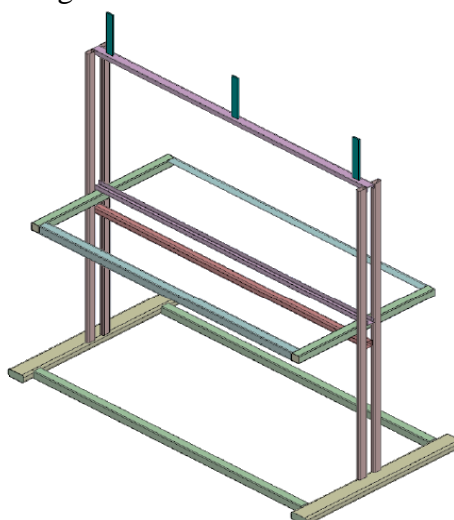
Las propiedades mecánicas del aluminio se muestran a continuación.

Resistencia a la tensión S_u	586 MPa
Módulo de tensión E	
Resistencia a la Fluencia S_y	241 MPa
Ductilidad Elongación	60% en 2 in

3.3.3 *Peso de los elementos a colocarse en el tablero.* Pesando todos los elementos que serán colocados en el tablero tenemos 1Kg.

3.3.4 *Estructura del banco.* Está formado por diferentes tipos de perfiles de acero estructural A36, sus propiedades mecánicas son muy buenas y son fáciles de adquirir en el mercado nacional.

Figura 49. Estructura del banco



Fuente: Autores

Como se observa (ver Figura. 50) la forma de la estructura la cual está compuesta por los diferentes perfiles, su base está compuesta por un perfil rectangular de 80x 40x 2 mm y el otro de un tubo cuadrado de 40 x 2 mm, el perfil que está en forma perpendicular a su base es de sección rectangular de 40 x 20 x 2 mm la parte de la mitad y de arriba están formadas por tubo cuadrado de 40 x 2 mm, perfil L 40 x 40 x 2 mm, perfil C de 37 x 22 x 2 mm y por un tubo cuadrado de 40 x 2 mm que une los perfiles rectangulares.

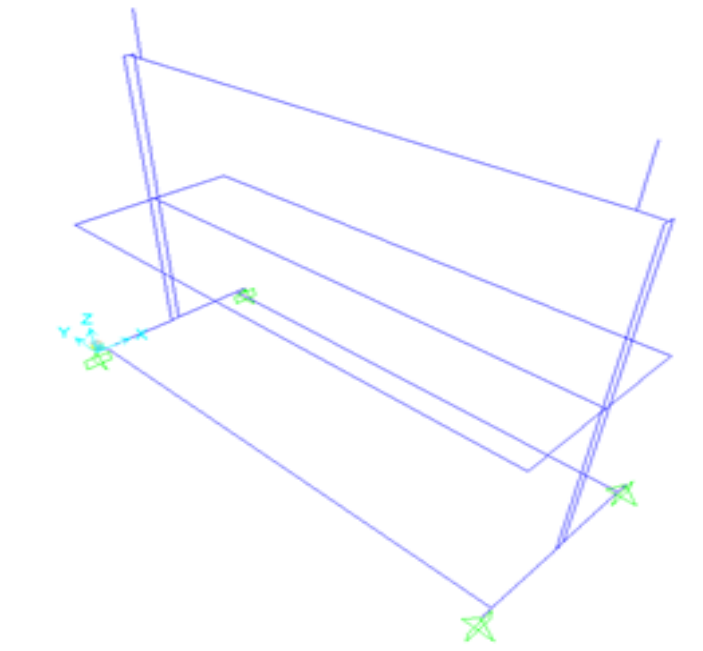
Todos los perfiles tienen las siguientes propiedades mecánicas.

Denominación	A36
Resistencia a la tensión Su	400 MPa
Módulo de tensión E	200Gpa
Resistencia a la Fluencia Sy	250 MPa
Ductilidad Elongación	21% en 2 in

3.3.5 *Análisis de la estructura del banco.* Utilizando el software “SAP 2000”, el mismo que sirve para el análisis estructural se obtiene los siguientes resultados.

Como primer paso se tiene que abrir el programa de **SAP 2000** y se procede a dibujar el modelo e indicar los puntos de soporte de la estructura y también los perfiles como se indica (ver Figura. 50), que está a continuación.

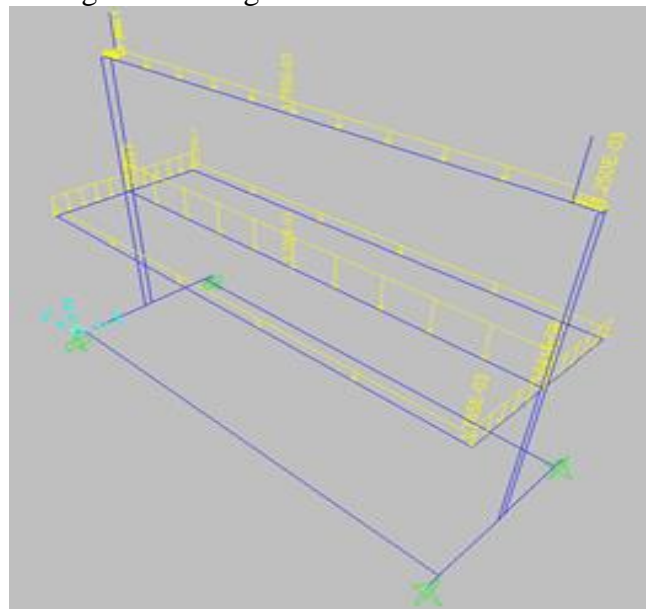
Figura 50. Estructura del banco



Fuente: Autores

Dibujado el modelo se procede a insertar en las partes más críticas las cargas como como se observa (ver Figura 51).

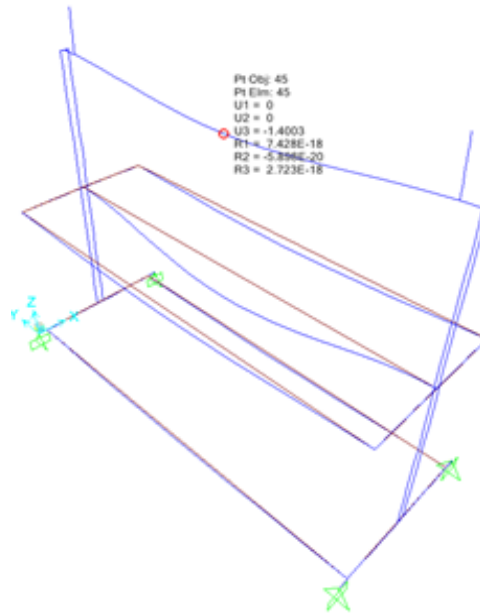
Figura 51. Carga en la estructura del banco



Fuente: Autores

Entonces procedemos a ejecutar el programa para obtener los resultados de las deformaciones las cuales están en (mm).

Figura 52. Resultados de la deformación unitaria de la estructura del banco



Fuente: Autores

Tabla 4. Resultados de deformaciones

Joint	Case	$\epsilon 1$	$\epsilon 2$	$\epsilon 3$	R1	R2	R3
Text	Text	mm	mm	mm	Radians	Radians	Radians
45	COMB1	3,307E-15	1,266E-14	-2.42000	1,352E-17	1,404E-18	-4,759E-18
45	COMB3	2,799E-15	1,183E-14	5,894344	1,343E-17	1,134E-18	-3,892E-18
44	COMB1	1,32E-15	3,687E-15	-2,151419	-6,956E-19	2,627E-18	-1,467E-18
44	COMB3	1,092E-15	3,458E-15	-2,138873	-2,325E-19	2,135E-18	-1,195E-18
20	COMB1	8,018E-15	-0,92817	-0,310663	0,004404	5,773E-18	-3,54E-18

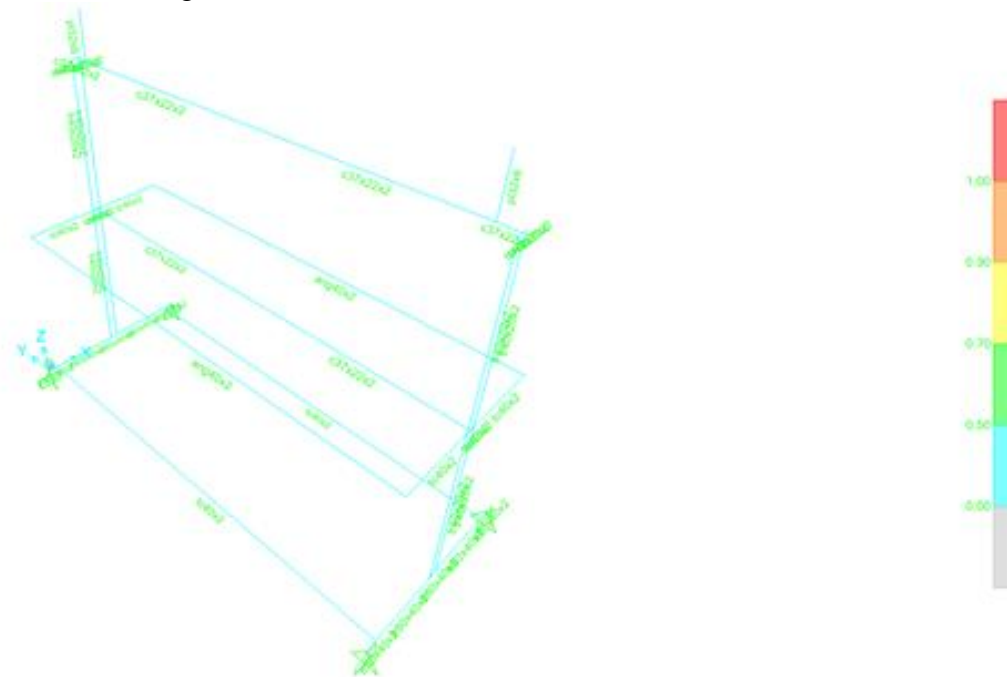
Fuente: Autores

El análisis que realiza el software SAP 2000 permite observar diferentes colores, donde se muestra que desde el color plomo hasta el color tomate resistirá sin problema en caso que se tenga el color rojo indica que habrá problemas lo que significa que debemos cambiar el perfil por otro de mayor espesor.

El análisis de diseño para nuestra estructura muestra un color celeste, quiere decir que resistirá sin ningún problema y permitirá nuevas implementaciones de carga en la misma.

Para mayor comprensión de se muestra el análisis realizado en el software SAP 2000 (ver Figura. 53).

Figura 53. Resultado del análisis de la estructura del banco



Fuente: Autores

Luego del análisis comprobamos la resistencia de la estructura del banco con la fórmula del esbeltez que permite obtener la deformación admisible del perfil y lo comparamos con las deformaciones del software SAP 2000, la deformación del análisis no debe sobrepasar la deformación admisible.

Fórmula de la esbeltez

$$\epsilon_{cal} = \frac{L}{240} \quad (11)$$

Dónde:

L = Longitud que soporta la carga y esta expresada en milímetros.

$$\frac{1400}{240} = 5.83 \text{ mm}$$

Realizando la comprobación tenemos

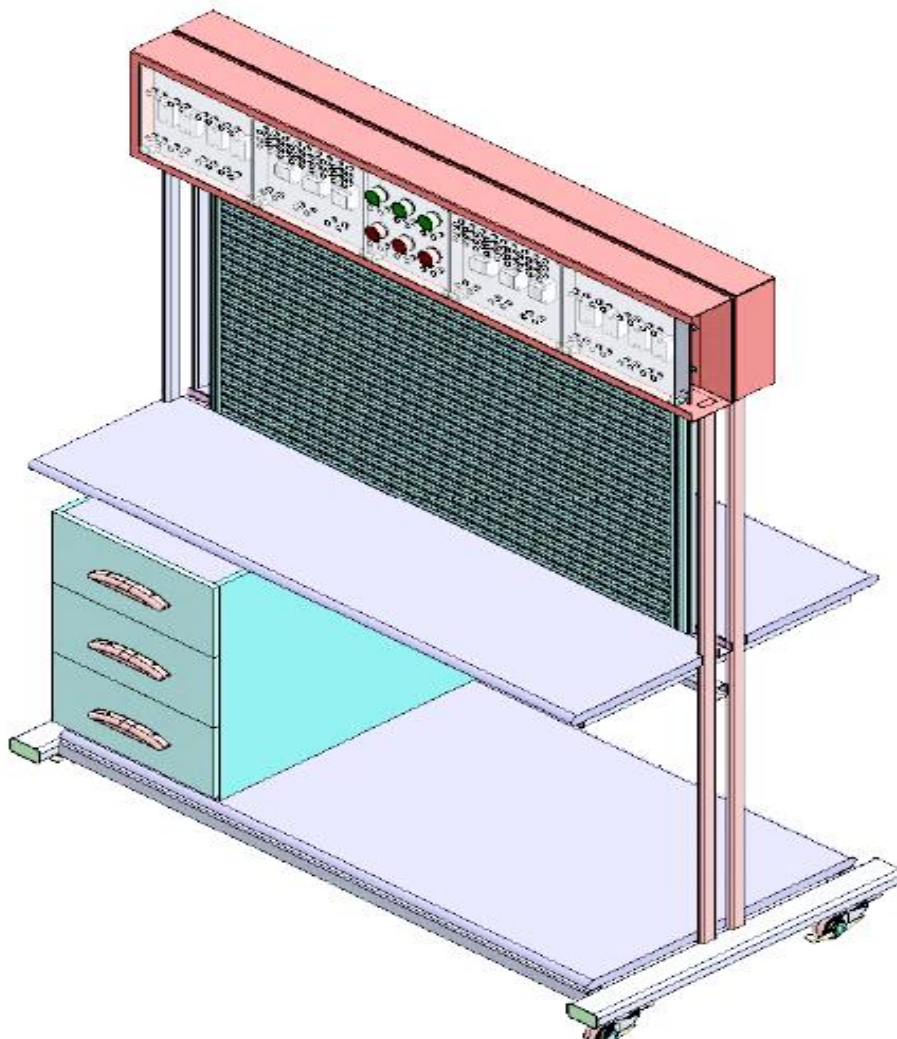
$$\epsilon_{sap} < \epsilon_{admisible}$$

$$2.42 \text{ mm} < 5.833 \text{ mm OK.}$$

La comparación de la deformación del análisis con el software no supera la deformación admisible esto significa que es correcto nuestro diseño.

Obteniendo el diseño de la estructura y las partes que conforman el banco se modelo en programa de elementos finitos como se puede observar (ver Figura 56).

Figura 54. Banco total



Fuente: Autores

3.5 Diseño de las bases soportes de las válvulas

Para lo cual contamos con tres materiales a continuación.

Madera. La madera es materia prima de fácil adquisición y maquinado, su peso depende del tipo de madera y e puede adquirir fácilmente en el mercado.

Nylon. No es tan fácil su adquisición pero es fácil para su maquinado, su vida útil es muy alta, tiene alta resistencia a la degradación y el costo no es muy alto.

Aluminio. Difícil de conseguir, alta resistencia a la corrosión, fácil de maquinar, su costo es alto y no existe mucho en el mercado.

Las bases de las válvulas son elementos muy necesarios para sujetarlas y tienen los siguientes parámetros de diseño.

3.4.1 Parámetros

Tamaño y forma. Es una de las cualidades que se toma en cuenta para que se acople sin problemas a la válvula.

Peso. Se debe el material más liviano posible.

Costo. Que sea económico y se encuentre fácilmente en el mercado.

Durabilidad. Que tenga alta resistencia a la corrosión y por lo tanto larga vida útil.

Mantenimiento. Es una característica importante y es a la facilidad de limpieza del elemento.

Tabla 5. Matriz de decisión de bases de las válvulas

Matriz de Decisión			
Parámetros de Decisión	Alternativas		
	Madera	Nylon	Aluminio
Tamaño y forma	B	A	B
Peso	A	B	B
Costo	A	B	C
Durabilidad	B	A	B
Mantenimiento	B	A	A
Resultados	57	85	75

Fuente: Autores

Correspondencia de calificación: Se presenta los siguientes resultados.

A = 10 puntos. (Óptimo)

B = 5 puntos. (Medio)

C = 1 punto. (Bajo)

Resultados:

Madera = 35 puntos.

Nylon = 40 puntos.

Aluminio = 26 puntos.

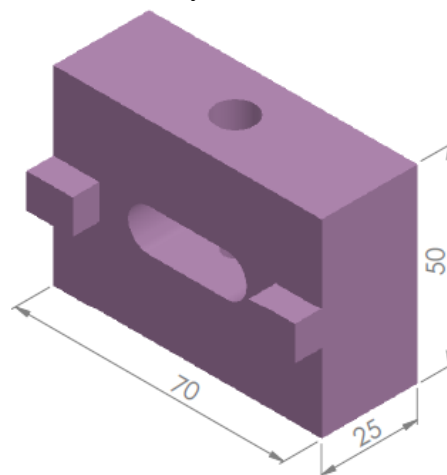
De acuerdo a la matriz de decisión (ver Tabla. 5) se ha decidido seleccionar el Nylon como material para las bases y tienen las siguientes propiedades mecánicas.

Resistencia a la tensión Su	83 Mpa
Módulo de tensión E	2900 MPa
Resistencia a la flexión Sy	-----
Módulo de flexión	2830
Resistencia al impacto	1 Psi

Para lo cual se ha simulado en el programa computacional de elementos finitos.

Las dimensiones de la base y su forma se indican a continuación (ver Figura 55).

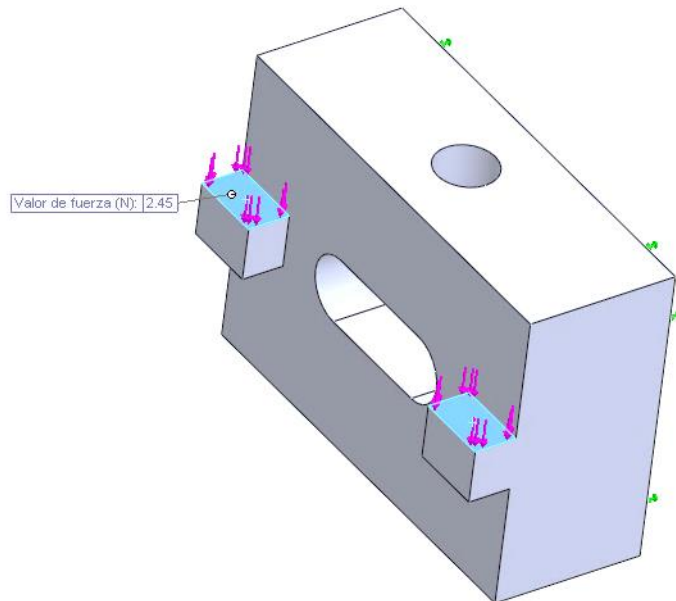
Figura 55. Forma y dimensiones de la base



Fuente: Autores

En la figura ilustrada se coloca las fuerzas de 2.45 N para calcular los esfuerzos como se indica (ver Figura 56), que se encuentra a continuación.

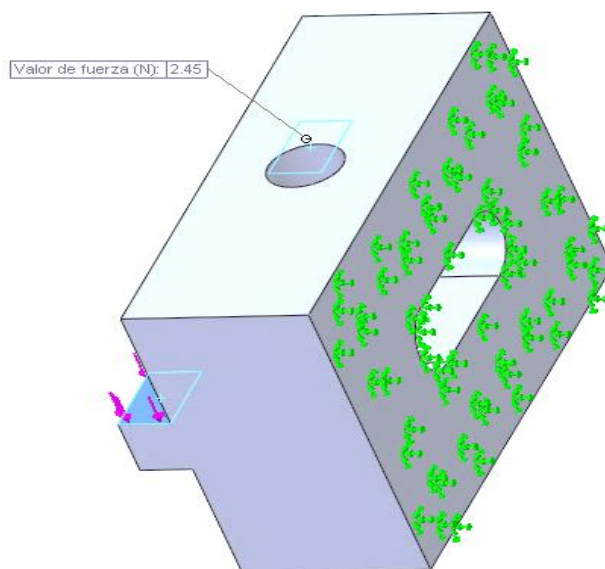
Figura 56. Cargas en la base



Fuente: Autores

A continuación seleccionamos cuál de las caras se va encontrar fijas para nuestro caso será la cara que se presenta (ver Figura. 59).

Figura 57. Cara fija de la base

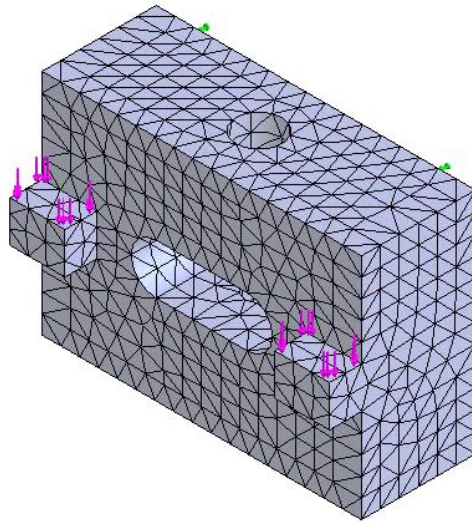


Fuente: Autores

Puestas las restricciones que pide el programa se procede a ejecutar para obtener los resultados que se muestran a continuación (ver Figura. 60).

Para realizar el análisis de diseño el software elementos finitos primero realiza un mallado (ver Figura. 58).

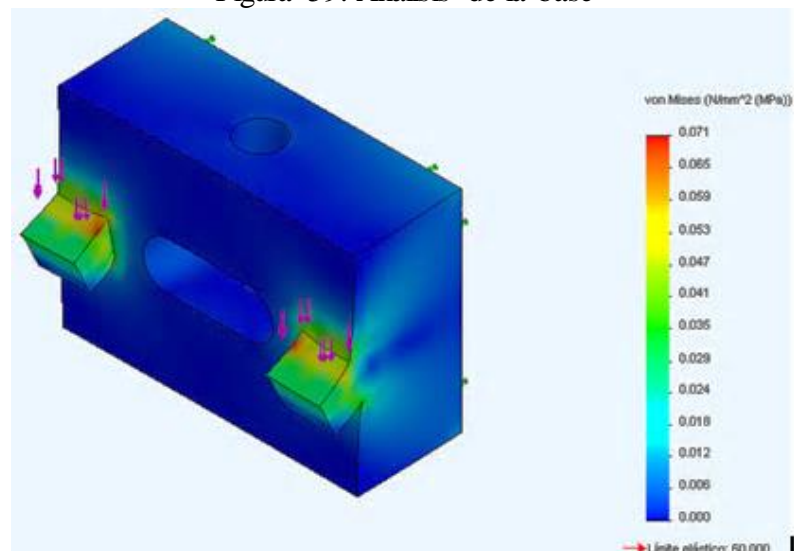
Figura 58. Mallado de la base



Fuente: Autores

El análisis realizado da valor de presión que soportara, este calcula según Von Mises y arroja 60 000 MPa (ver Figura. 59).

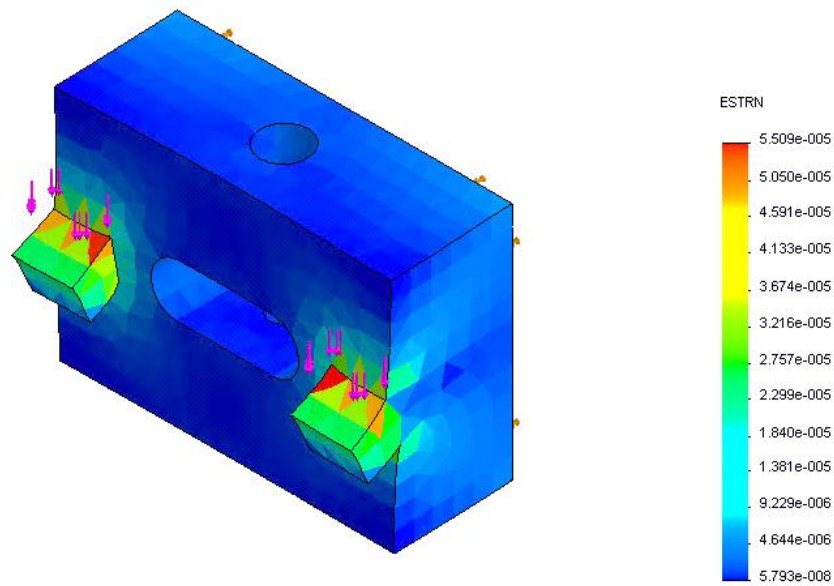
Figura 59. Análisis de la base



Fuente: Autores

También permite observar los valores de las deformaciones unitarias que están representadas por colores (ver Figura. 60).

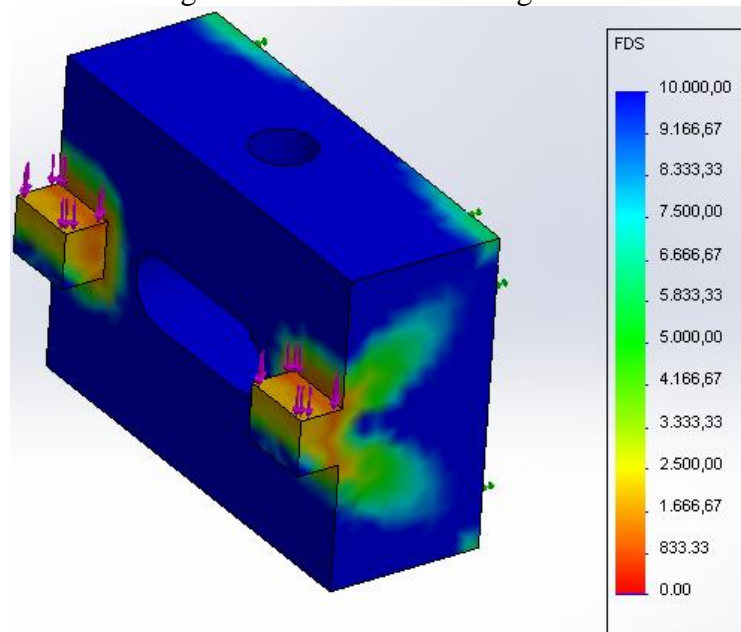
Figura 60. Deformación de la base



Fuente: Autores

El estudio nos da un coeficiente de seguridad, este valor muestra la confianza de diseño realizado (ver Figura. 61).

Figura 61. Coeficiente de seguridad



Fuente: Autores

El coeficiente de seguridad es de 833.33 lo cual indica el análisis de la base soporte resistirá sin ningún problema, esta se encuentra sobre diseñada pero hemos escogido

este material por la facilidad de maquinado y porque a relación del aluminio es más barato.

3.6 Criterios para la selección de elementos

3.5.1 Generalidades. Cada uno de los elementos que conforma el banco didáctico varía de acuerdo al material y las consideraciones que el fabricante plantee. Es importante mencionar estos aspectos ya que el mismo banco didáctico puede ser diseñado de forma diferente, por lo tanto es necesario comprender el funcionamiento de todos los elementos que lo componen.

3.5.2 Parámetros funcionales. Todos los elementos deben funcionar a una presión adecuada de 6 bares.

- Costo de los elementos.
- Vida útil.
- Accionamiento manual y automático de los cilindros.
- Los cilindros permitan tener control en la entrada y salida.
- Material de todos los elementos sean de material anticorrosivos.
- Fácil adquisición en el mercado.
- Selección de elementos y datos técnicos.

Para la selección de los elementos se debe tomar en cuenta la fuerza, presión y el caudal estos datos ayudan a una selección adecuada.

3.7 Elementos neumáticos

Para seleccionar los elementos neumáticos utilizaremos tablas y ábacos.

3.7.1 Selección de los cilindros neumáticos

3.7.3.1 Cilindro doble efecto. Se usarán 4 cilindros de doble efecto que se utilizarán en las prácticas de laboratorio de Neumática que serán colocados en el banco de una forma adecuada.

Cilindro de doble efecto

Presión máxima es 8 bares

Presión de trabajo 6 bares

$$P = \frac{F}{A}$$

$$A = \pi r^2$$

$$A = \frac{\pi}{4} \phi^2$$

Como es un cilindro que no va estar sometido a grandes esfuerzos me asumo una fuerza de 30kg y una presión máxima de 8 bares.

$$F = 30\text{kg} = 294.3 \text{ N}$$

$$P = 8 \text{ bares} = 8 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$A = \frac{F}{P}$$

$$A = \frac{294.3 \text{ N}}{8 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}}$$

$$A = 3.68 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A = \frac{\pi}{4} \phi^2$$

$$\phi^2 = \frac{4A}{\pi}$$

$$\phi = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$$

$$\phi = \sqrt{\frac{4(3.68 \times 10^{-4} \text{ m}^2)}{\pi}}$$

$$\phi = 0.02165 \text{ m} = 21.65 \text{ mm}$$


Con el diámetro seleccionamos el siguiente cilindro de acuerdo con las tablas de los anexos.

El diámetro seleccionado normalizado es 25mm y del vástago es 10 mm.

Figura 62. Cilindro doble efecto



Fuente: Catálogo AIRTAC 2012

<i>Micro cilindro</i>	
Marca	Airtac
Acción	Doble Efecto
Diámetro	25 mm
Diámetro del émbolo	10 mm
Carrera	150 mm
Diámetro de la rosca	M10 x 1.25
Presión	0.1 – 0.7 Mpa
Símbolo	

Cálculo de las fuerzas teóricas con la presión de trabajo.

$$Fa = \frac{\pi}{4} \phi^2 P$$

$$Fa = \frac{\pi}{4} (0.025 \text{ m})^2 (6 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2})$$

$$Fa = 294.5 \text{ N}$$

$$Fr = \frac{\pi}{4}(\phi^2 - \phi v^2)P$$

$$Fr = \frac{\pi}{4}((0.025m)^2 - (0.01m)^2)(6 \times 10^5 \frac{N}{m^2})$$

$$Fr = 247.4 N$$

F teórica asumida < F teórica calculada

Esto significa que está bien y procedemos a calcular las fuerzas reales.

Calculo de las fuerzas reales con la presión de trabajo.

$$Fa = \frac{\pi}{4}D^2 P R$$

Donde R= 0.85 Para cilindros de hasta 40mm de diámetro.

$$Fa = \frac{\pi}{4}(0.025m)^2(6 \times 10^5 \frac{N}{m^2})(0.85)$$

$$Fa = 250.3 N$$

$$Fr = \frac{\pi}{4}(\phi^2 - \phi v^2)P R$$

$$Fr = \frac{\pi}{4}((0.025m)^2 - (0.01m)^2)(6 \times 10^5 \frac{N}{m^2})(0.85)$$

$$Fr = 210.3 N$$

Consumo de aire

$$V = \frac{\pi}{4}(2\phi^2 - \phi v^2)C$$

C = Carrera del cilindro

$$V = \frac{\pi}{4} (2(0.025m)^2 - (0.01m)^2)(0.15 m)$$

$$V = 1.354m^3$$

$$V = 1.354 \times 10^{-4} m^3$$

$$V = 135.4 cm^3$$

$$Q = \frac{\pi C P n}{4000} (2\phi^2 - \phi v^2)$$

$$Q = \frac{\pi(0.15m)(6 \times 10^5 \frac{N}{m^2})(30 \frac{ciclos}{min})}{4000} (2(0.025m)^2 - (0.01m)^2)$$

$$Q = 2.44 \frac{lt}{min}$$

3.7.2 Selección de las válvulas neumáticas. Para la selección de las válvulas hay que tomar en cuenta los siguientes parámetros:

Número de Vías. Son el número de orificios controlados en la válvula, exceptuando los de pilotaje. Podemos así tener 2, 3, 4, 5 ó más vías (no existe válvulas menores a 2 vías).

Posiciones. Es el número de posiciones estables del elemento de distribución. Pueden tenerse válvulas de 2, 3, 4 ó más posiciones (igual mente no tienen posiciones menores a 2).

Caudal. Es el volumen de fluido que pasa por determinado elemento en la unidad de tiempo. Normalmente se calcula a partir del flujo, volumen que pasa por un área dada en la unidad de tiempo.

Sistemas de accionamiento. Una característica importante de toda válvula es su clase de accionamiento o mando, debido al que estará sometido, sea de mando neumático o manual se la empleará como elemento emisor de señal, órgano de control o de regulación.

Las válvulas son importantes dentro de los circuitos tanto eléctricos como los neumáticos y para la selección tenemos una presión de trabajo de 6 bares.

Con los siguientes ábacos del catálogo de AIRTAC seleccionamos las siguientes válvulas.

Con el caudal de $Q = 2.44 \frac{lt}{min}$ y la presión de trabajo $P = 0.6 \text{ MPa}$ son los parámetros que nos ayudan a realizar la selección más adecuada de todas válvulas y electroválvulas, sean seleccionado del catálogo AIRTAC 2012.

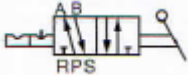
3.7.4.1 Válvulas 5/2. Con la presión, caudal y el Catálogo AIRTAC se ha seleccionado la válvula de 5 vías y 2 posiciones la cual tiene su propia información técnica (ver Figura. 65).

Fuente: Catálogo AIRTAC 2012

Figura 63. Válvula de palanca lineal



Fuente: Catálogo AIRTAC 2012


<i>Válvula neumática 5/2 de palanca lineal</i>	
Marca	Airtac
Código	4H210-08
Denominación	5 vías, 2 posiciones
Accionamiento	Palanca lineal
Cv	0.78
Diámetro de la rosca	1/4"
Lubricación	No requiere
Presión	0.1 – 0.8 Mpa
Temperatura	-20 a 70°
Material	Aluminio
Símbolo	

3.7.4.2 Válvulas 3/2 (finales de carrera)

Figura 64. Final de carrera

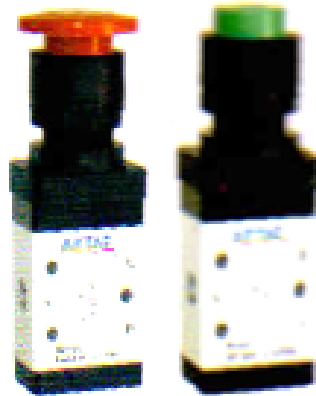


Fuente: Catálogo AIRTAC 2012


<i>Válvula neumática 3/2 (finales de carrera)</i>	
Marca	Airtac
Código	M3R110-06
Denominación	3 vías, 2 posiciones
Accionamiento	Rodillo leva-muelle
Cv	0.45
Diámetro de la rosca	1/8"
Lubricación	No requiere
Presión	0.1 – 0.8 Mpa
Temperatura	-20 a 70°
Material	Aluminio
Símbolo	

3.7.4.3 Válvulas 3/2 (accionamiento manual)

Figura 65. Pulsadores rojo y verde

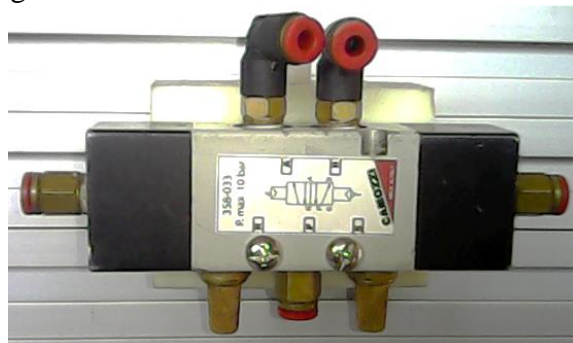


Fuente: Catálogo AIRTAC 2012


<i>Válvula neumática 3/2 accionamiento mediante pulsador</i>	
Marca	Airtac
Código	M3PM110-06G
Denominación	3 vías, 2 posiciones
Accionamiento	Accionamiento manual
Cv	0.45
Diámetro de la rosca	1/8"
Lubricación	No requiere
Presión	0.1 – 0.8 Mpa
Temperatura	-20 a 70°
Material	Aluminio
Símbolo	

3.7.4.4 Válvulas 5/2

Figura 66. Válvula 5/2 accionamiento neumático



Fuente: Autores

<i>Válvula neumática 5/2 accionamiento neumático</i>	
Marca	Airtac
Código	ESV201G
Denominación	5 vías, 2 posiciones
Accionamiento	Piloto neumático
Diámetro de la rosca	1/4
Lubricación	No requiere
Presión	0.2 – 1 Mpa
Temperatura	-20 a 70°
Material	Aluminio
Símbolo	

3.7.4.5 Manifold

Figura 67. Manifold de 8 estaciones



Fuente: Catálogo AIRTAC 2012


<i>Manifold</i>	
Marca	Airtac
Código	200m-8F
Denominación	8 Estaciones
Fluido	Aire
Temperatura	-20 a 70°

3.7.4.6 Unidad de Mantenimiento

Figura 68. Unidad de mantenimiento



Fuente: Catálogo AIRTAC 2012

<i>Unidad de Mantenimiento</i>	
Marca	Airtac
Código	GFC20008F3G
Fluido	Aire
Denominación	Drenaje semi automática
Accionamiento	Accionamiento manual
Cv	0.45
Diámetro de la rosca	1/4"
Lubricación recomendada	ISO VG 32 0 equivalente
Presión	0.15 – 0.9 Mpa
Temperatura	-20 a 70°
Símbolo	

3.7.4.7 Manguera. Son elementos que sirven para la conexión entre todos sus elementos neumáticos y de acuerdo con el Catálogo se ha seleccionado una tubería con un diámetro de 4mm.

Figura 69. Manguera



Fuente: Catálogo AIRTAC 2012

<i>Manguera</i>	
Marca	Airtac
Color	Azul
Fluido	Aire
Pérdida	0.94 Kg cada 100m
Diámetro de la rosca	4 mm
Presión de trabajo	8 bares
Temperatura	-20 a 70°

3.7.3 Elementos electroneumáticos

3.7.5.1 Electroválvula 5/2. Es una válvula que puede accionarse mediante una señal eléctrica o manualmente y posee un solo solenoide o bobina.

Figura 70. Electroválvula mono estable 5/2



Fuente: Catálogo AIRTAC 2012

<i>Electroválvula 5/2</i>	
Marca	Airtac
Código	4V210-08-E
Denominación	5 vías, 2 posiciones
Tipo	Mono estable
Voltaje	24 VAC
Accionamiento	Control piloto
Diámetro de la rosca	1/4
Cv	0.31
Lubricación	No requiere
Presión	0.15 – 8 MPa
Temperatura	-20 a 70°
Protección	IP65 (DIM40050)
Tiempo de activación	0.05 seg
Material	Aluminio
Símbolo	

3.7.5.2 Electroválvula 5/2. También se acciona con una señal eléctrica o manualmente pero esta tiene dos solenoides o bobinas que son las que controlan las posiciones de la misma.

Figura 71. Electroválvula bi estable 5/2



Fuente: Catálogo AIRTAC 2012


<i>Electroválvula 5/2</i>	
Marca	Airtac
Código	4V220-08-B
Denominación	5 vías, 2 posiciones
Tipo	Bi estable
Voltaje	24 VDC
Accionamiento	Piloto eléctrico
Diámetro de la rosca	1/4
Cv	0.78
Lubricación	No requiere
Presión	0.15 – 8 Mpa
Temperatura	-20 a 70°
Protección	IP65 (DIM40050)
Tiempo de activación	0.05 seg
Material	Aluminio
Símbolo	

3.7.5.3 Electroválvula 5/3. Es igual que la anterior solo que posee posiciones intermedias.

Figura 72. Electroválvula bi estable 5/3



Fuente: Catálogo AIRTAC 2012

<i>Válvula neumática 5/3</i>	
Marca	Airtac
Código	4V220-08-B
Denominación	5 vías, 3 posiciones
Tipo	Bi estable
Voltaje	24 VDC
Accionamiento	Control piloto
Diámetro de la rosca	1/4
Cv	0.78
Lubricación	No requiere
Presión	0.15 – 8 Mpa
Temperatura	-20 a 70°
Protección	IP65 (DIM40050)
Tiempo de activación	0.05 seg
Material	Aluminio
Símbolo	

3.7.4 Elementos eléctricos

3.7.6.1 Finales de carrera

Figura 73. Finales de carrera



Fuente: Autores

<i>Finales de Carrera</i>	
Marca	CNC
Voltaje	250 VAC
Corriente	15 A
Denominación	Z-15GW2-B
Material	Plástico

3.7.6.2 Cables (rojo y negro)

Figura 74. Cables rojo y negro



Fuente: <http://www.aislantes2000.com/cables-especiales.html>

<i>Cable</i>	
Marca	Phelps dogge
Color	Rojo y Negro
Fluido	Corriente
Denominación	Cu 18 AWG
Área	0.821 mm ²
Voltaje	600 V
Temperatura	105°

3.7.6.3 Contactos jack bananas

Figura 75. Contactos jack bananas



Fuente: Autores

<i>Contactos</i>	
Color	Rojo y Negro
Fluido	Corriente
Denominación	Cu - AWG
Voltaje	600 V
Temperatura	105°

3.7.6.4 Relés

Figura 76. Relés



Fuente: <http://www.chodansinh.net/view-110366/r%C6%A1-le-trung-gian-%28relay%29-my2n,-my4n,-ly2n,-/>

<i>Relé</i>	
Marca	Camansco
Color	Transparente
Fluido	Corriente
Denominación	MY2
Pines	8
Voltaje	24 V
Temperatura	105°

3.7.6.5 Pulsadores

Figura 77. Pulsadores



Fuente: http://www.epromsa.com/pulsadores_%C3%9822mm_340

<i>Pulsadores</i>	
Marca	Camansco
Color	Rojo y verde
Fluido	Corriente
Denominación	AC15
Voltaje	240 V
Corriente	10 A

3.7.6.6 Selectores

Figura 78. Selectores



Fuente: <http://tienda.insumosdecontrol.com/index.php?currency=USD&cPath=25>

<i>Selector</i>	
Marca	Camsco
Color	Negro
Fluido	Corriente
Denominación	LKOS-BJ33
Voltaje	110 V

3.7.6.7 Temporizadores

Figura 79. Temporizadores



Fuente: <http://www.trilliumcontrols.com/index.php?act=viewCat&catId=22>

<i>Temporizadores</i>	
Marca	Camsco
Color	Blanco
Fluido	Corriente
Denominación	AH3
Voltaje	220 V
Temperatura	10°

3.7.6.8 Luz piloto

Figura 80. Luz piloto



Fuente: <http://www.kersting.cl/SwProductos.aspx?CodProd=5370050&SubGrupo=4&Grupo=12&SubSubGrupo=3>

<i>Luz piloto</i>	
Marca	Phelps dogge
Color	Rojo y negro
Fluido	Corriente
Denominación	Luz piloto
Voltaje	110 V
Temperatura	105°

3.7.6.9 Protección térmica

Figura 81. Protección térmica



Fuente: <http://4cp1ok2013g7.blogspot.com/>

<i>Protección térmica</i>	
Marca	Industria Sistem
Color	Blanco
Fluido	Corriente
Denominación	RT18-32X
Voltaje	380 V
Corriente	32 A

3.7.6.10 Fuente de poder

Figura 82. Fuente de poder



Fuente: <http://www.movitren.com/distribucion.html>

<i>Fuente de poder</i>	
Marca	Simiens
Color	Negro
Fluido	Corriente
Denominación	6EP1332-1Sh43
Voltaje	110 V a 24 V
Temperatura	105°

3.7.5 Descripción de los módulos eléctricos

3.7.7.1 Módulo de pulsadores

Figura 83. Módulo de los pulsadores



Fuente: Autores

Los pulsadores son dispositivos eléctricos de control manual, éstos activan (on) o desactivan (off) la energía en el circuito eléctrico.

3.7.7.2 Módulo de relés de estado sólido

Figura 84. Módulo de relés de estado sólido



Fuente: Autores

Son dispositivos eléctricos que al recibir energía eléctrica la bobina crea un campo magnético cerrando los contactos y activando de energía el circuito eléctrico.

3.7.7.3 Módulo de selectores

Figura 85. Módulo de selectores

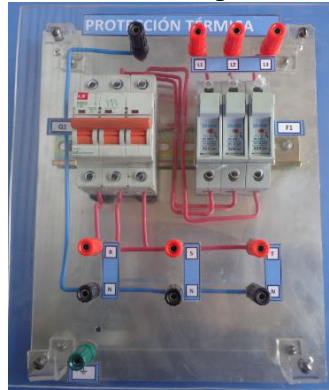


Fuente: Autores

Son dispositivos eléctricos que permiten seleccionar manualmente la parte del circuito que se debe poner en funcionamiento o dotar de energía.

3.7.7.4 Módulo de protección térmica

Figura 86. Módulo de la protección térmica

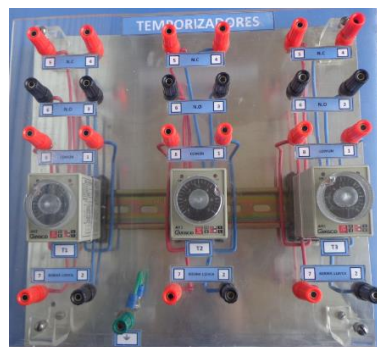


Fuente: Autores

Es un dispositivo eléctrico que ayuda a proteger el circuito cuando hay un exceso de energía o voltaje, tiene unos contactos cerrados que se dilatan con la temperatura abriendo el circuito cortando toda la energía del circuito eléctrico protegiendo a los otros dispositivos del mismo.

3.7.7.5 Módulo de temporizadores

Figura 87. Módulo de los temporizadores



Fuente: Autores

Son dispositivos eléctricos que en el circuito cumple la función de hacer funcionar parte del circuito después de un determinado tiempo, internamente cuenta con una bobina la cual cuando se energiza crea un campo magnético y un oscilador que funciona como

reloj el cual le activa para que cierre el contacto que es normalmente abierto permitiendo el funcionamiento del circuito.

3.7.7.6 Módulos de relés auxiliares

Figura 98. Módulo de relés auxiliares



Fuente: Autores

Son dispositivos eléctricos que al energizar su bobina crean un campo magnético permitiendo cerrar los contactos del mismo son muy utilizados para realizar circuitos únicos o repetitivos (automáticos).

3.7.7.7 Módulo de la fuente de poder

Figura 89. Módulo de la fuente de poder



Fuente: Autores

Es un dispositivo eléctrico que cumple la función de un transformador que disminuye el voltaje de 110 voltios a 24 voltios de corriente continua que son necesarios para los elementos que trabajan con este voltaje y tienen polaridad la que se debe respetar rojo (+) negro (-) en caso del logo no hay necesidad de la fuente por que trabaja con 110 voltios.

CAPÍTULO IV

4. CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS

4.1 Construcción.

Básicamente la construcción del banco tiene procesos de corte, doblar, soldadura, lijar y pintar.

4.2 Requerimientos para la construcción

Para realizar la construcción de la estructura del banco se requieren máquinas, herramientas y accesorios.

Para mayor comprensión y facilidad de entender el proceso de construcción, las máquinas se designan con la letra M; Herramientas y Accesorios con la letra H como también los son designados equipos con la letra S, los cuales son divididos en dos grupos: Herramientas – Accesorios y Máquinas – Herramientas en la Tabla 6.

Tabla 6. Herramientas – Accesorios

DENOMINACIÓN	HERRAMIENTAS - ACCESORIOS
Herramientas de trazado	
H1	Calibrador pie de rey
H2	Flexómetro
H3	Compás
H4	Escuadra
H5	Rayador
H6	Mesa de trabajo
Herramientas de corte	
H8	Juego de brocas
H9	Útiles para torneear
H10	Sierra de arco
H11	Fresas
Herramientas de acabados	
H12	Lijas

Tabla 6. (Continuación)

Herramientas auxiliares	
H14	Entenalla
H15	Juego de llaves inglesas
H16	Martillo
H17	Soplete

Fuente: Autores

Tabla 7. Codificación máquinas – herramientas

DENOMINACIÓN	MÁQUINAS Y EQUIPOS	CARACTERÍSTICAS
MH1	Torno	Distancia entre puntos 2000 [mm], Volteo 300 [mm], Potencia 6 [Hp], Velocidad. 50-1200 [RPM]
MH2	Sierra de corte	Potencia 3 [Kw], Carreras 20-60 [n/min]
MH3	Taladro de pedestal	Potencia: 3 [Kw], Velocidad 30 - 2000 [RPM], Accionado por bandas
MH4	Taladro de mano	Velocidad: 0 - 850 [RPM], variable reversible para brocas hasta \varnothing 1/2"
MH5	Esmeril	Potencia: 1 [Hp] disco de \varnothing 7"
MH6	Fresadora	Potencia : 3 [Hp], Velocidad (35 – 1100) [RPM]
MH7	Amoladora	Potencia: 1 [Hp] disco de \varnothing 7"
S1	Soldadora Eléctrica	Amp DC -110, AC -220
S2	Compresor	Potencia 3 [Hp]

Fuente: Autores

4.3 Operaciones tecnológicas por cada componente

Las operaciones tecnológicas que se emplearán en la construcción del banco electroneumático se detallan (ver Tabla 8):

Tabla 8. Operaciones tecnológicas

SISTEMA	ELEMENTO	DESIG.	Nº	OPERACIÓN TECNOLÓGICA	t (H)
Banco	Estructura del banco	P1	1	Trazado	2
			2	Corte (sierra)	3
			3	Soldado (eléctrico)	1
			4	Pulido	1
			5	Recubrimiento protector anti- corrosivo (pintura)	2
	Tablero de Aluminio	P2	6	Trazado	1
			7	Corte (sierra)	2
			8	Taladrado	1
	Tablero de madera	P3	9	Trazado	3
			10	Corte (sierra)	4
			11	Lijado	5
			12	Pintado	3
	Bases de los cilindros	P4	13	Trazado	1
			15	Corte (sierra)	3
			16	Pulido	2
			17	Pintado	2
	Bases de las válvulas	P5	18	Trazado	1
			19	Corte (sierra)	1
			20	Torneado	4
			21	Fresado (orificio)	6
			22	Lijado	10
	Chapa etálica	P6	23	Trazado	0.30
			24	Corte	1
			25	Doblado	2
			26	Remachado	0.3
Total					51



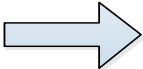


Fuente: Autores

4.4 Descripción del proceso de construcción

Es la información del tiempo empleado, se indica en horas y se encuentra a la izquierda de cada operación.

Para una mayor comprensión se representa en los cursogramas que se detalla a continuación, que permite determinar si la descripción del proceso es completa, detecta errores, omisiones o superposiciones de tareas para lograr procesos más eficientes, a continuación se muestra la nomenclatura utilizada en la elaboración y la descripción de la misma.

Tabla 9. Nomenclaturas de operaciones tecnológicas

SÍMBOLO	DENOMINACIÓN	DESCRIPCIÓN
	Operación	Indica que se altera el estado de un elemento con el que se está trabajando. Método o procedimiento: clavar, atornillar, agujerear, etc.
	Inspección	Indica que se verifica la calidad, la cantidad o ambas conforme a especificaciones preestablecidas.
	Transporte	Indica el traslado físico de los trabajadores, materiales y equipo de un lugar a otro.
	Espera	Indica que hay un elemento dado detenido esperando a que se produzca un acontecimiento determinado. Periodo de tiempo en el que se registra inactividad ya sea en los trabajadores, materiales o equipo
	Almacenamiento	Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén según un criterio determinado de clasificación.

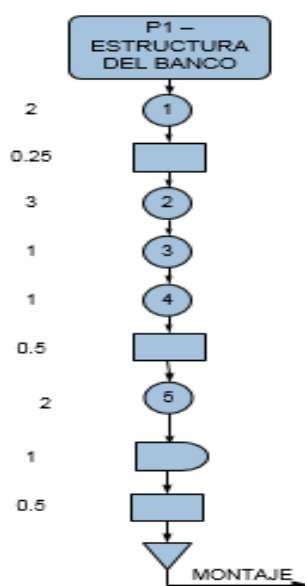
Fuente: Autores

En los curso gramas de construcción se harán notar los tiempos muertos que darán una estimación real del tiempo empleado en elaborar cada Componente.

4.4.1 Cursogramas para la construcción

4.4.1.1 Estructura del banco

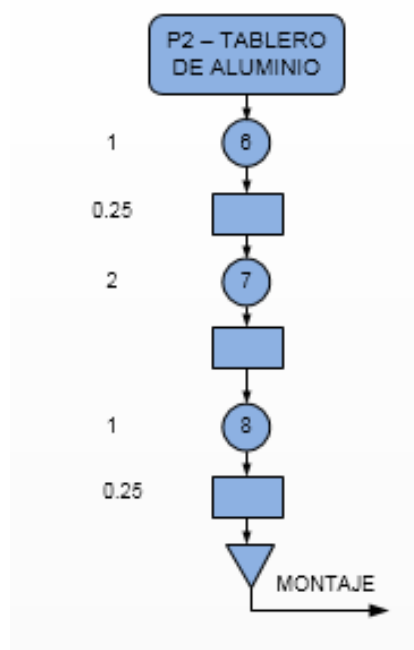
Figura 90. Estructura del banco



Fuente: Autores

4.4.1.2 Tablero de aluminio

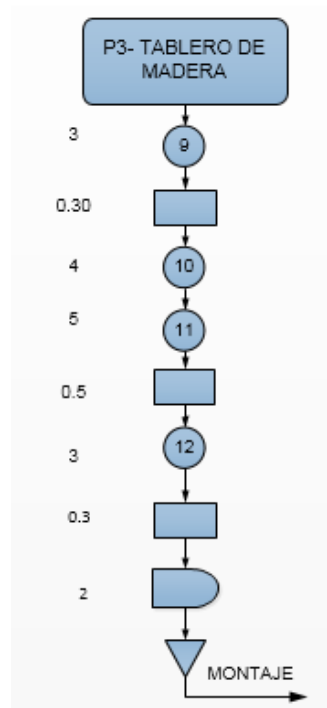
Figura 91. Tablero de aluminio



Fuente: Autores

4.4.1.3 Tablero de madera

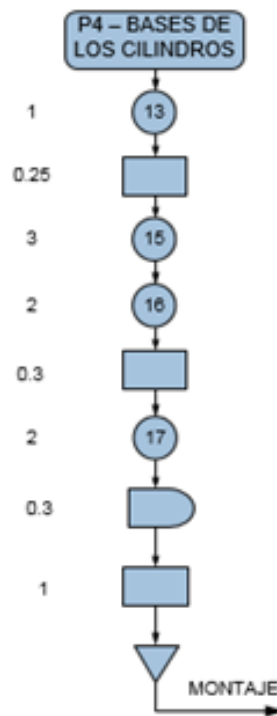
Figura 92. Tablero de madera



Fuente: Autores

4.4.1.4 Bases de los cilindro

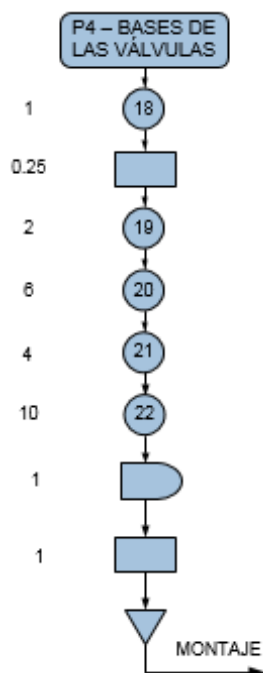
Figura 93. Bases de los cilindros



Fuente: Autores

4.4.1.5 Bases de las válvulas

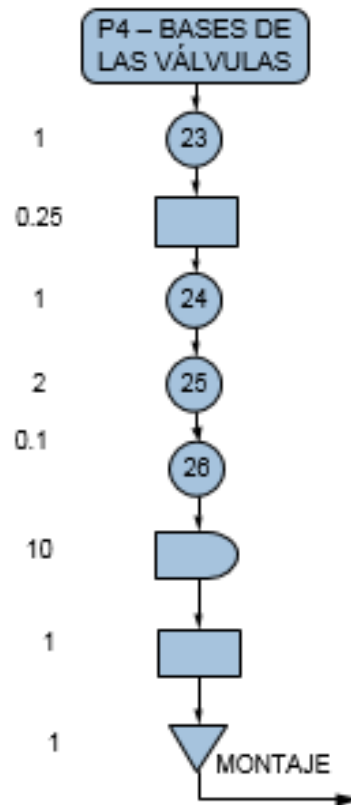
Figura 94. Bases de las válvulas



Fuente: Autores

4.4.1.6 Chapa metálica

Figura 95. Chapa metálica



Fuente: Autores

4.5 Montaje de las componentes del banco electroneumático

Para el montaje de las componentes del banco, se realizan las siguientes operaciones que serán detalladas a continuación.

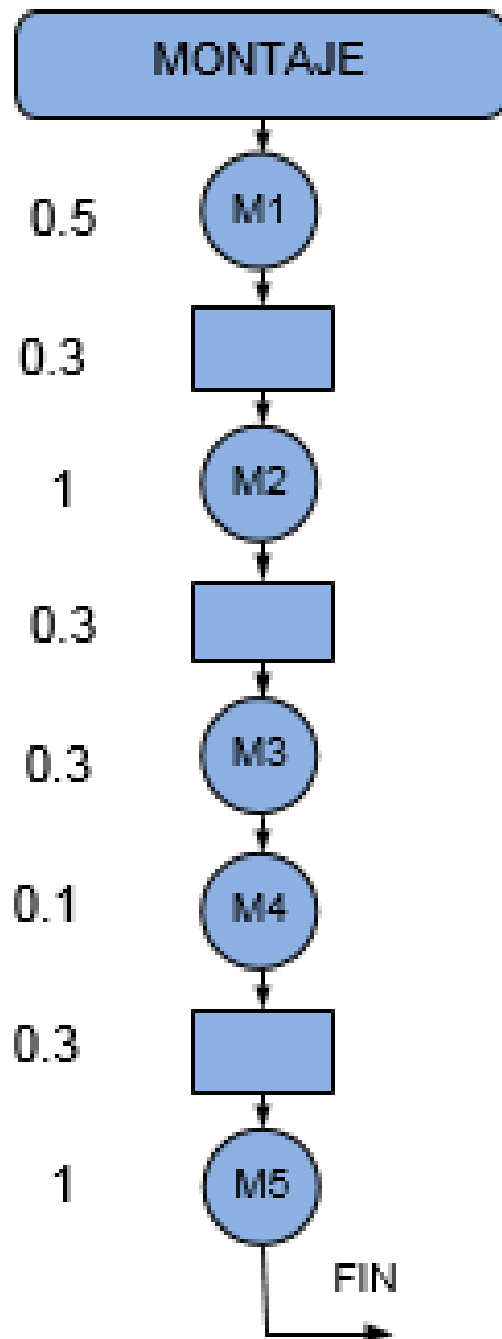
Tabla 10. Ensamble del Banco

N°	Operación	Observación
M1	Montaje de la estructura	
M2	Montaje del tablero de madera	Verificar que se ajusten correctamente
M3	Montaje de las ruedas en la estructura	Verificar ajustes y tolerancias entre los elementos.
M4	Montaje del tablero de aluminio	Verificar ajustes y tolerancias entre los elementos correctamente.
M5	Montaje de la chapa metálica	Verificar que este correctamente centrado entre elementos

Fuente: Autores

4.5.1 *Descripción del proceso de construcción y ensamblaje.* Se muestra el acoplamiento de todos los elementos que forman parte del banco, el cual ha detallado a continuación.

Figura 96. Proceso de construcción y ensamblaje



Fuente: Autores

4.5.2 Cronograma de construcción

Son las actividades que se ha realizado para obtener el banco y se muestra en la tabla.

N°	ACTIVIDAD	Desg.	Duración															
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Estructura del banco	P1	10															
2	Tablero de aluminio	P2	4															
3	Tablero de madera	P3	11															
4	Base de los cilindros	P4	6															
5	Base de las válvulas	P5	19															
6	Chapa metálica	P6	3															
7	Pruebas		16															

CAPÍTULO V

5. REALIZACIÓN DE PRUEBAS Y DISEÑO DE CIRCUITOS NEUMÁTICOS Y ELECTRONEUMÁTICOS.

5.1 Circuitos neumáticos

Para realizar las pruebas y solución de los diferentes circuitos neumáticos se utilizó los siguientes métodos.

5.1.1 Método de control doble o eliminación de la doble señal. Ocurre un conflicto de Señales cuando una válvula es pilotada por ambas señales en sentidos contrarios, caso en el cual la válvula no puede reaccionar.

5.1.1.1 Regla para solucionar el control doble. Los no esenciales son aquellos que desaparecen al iniciarse el movimiento de un actuador que puede hacerlo pues no tiene en sus pilotajes conflicto.

Los esenciales son aquellos que no desaparecen de por sí (por la secuencia) y se deben eliminar.

Dentro de las resoluciones intuitivas la eliminación de señales provocadoras de conflictos puede realizarse

- Con válvulas de memoria, normalmente válvulas 3/2 doble piloto neumático.
- Con fines de carrera de gatillo (dan señal en un solo sentido) que colapsan la posición de su rodillo en el sentido contrario al que dan señal.
- Con válvulas de funcionamiento alternativo, con un accionamiento le imponemos una posición con el siguiente la posición cambia. Estas válvulas se llaman de “flip flop”.
- Además, un movimiento no comienza hasta que el anterior no se haya realizado y controlado.

5.1.1.2 Diagramas de movimientos funcionales. Esta secuencia de movimientos se puede representar de forma gráfica mediante dos tipos de diagramas: diagramas de desplazamiento - fase y diagramas de desplazamiento – tiempo.

En los diagramas de desplazamiento fase. Los movimientos se representan en función de los cambios de estado en cualquier elemento de potencia.

En estos diagramas de desplazamiento fase se puede apreciar el cambio de estado de un elemento de potencia, pero no la velocidad relativa de estos elementos.

Diagramas desplazamiento tiempo. De concepción similar con la salvedad de que en este caso en el eje de abscisas se representa la variable tiempo, lo que permite determinar el tiempo que interviene un elemento de potencia en realizar un determinado movimiento.

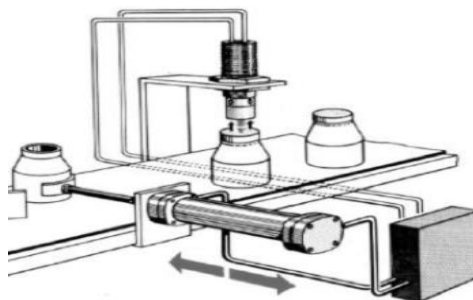
Por regla general, a ambos tipos de diagrama se la añaden las indicaciones de los finales de carrera o de los diversos sensores y mandos utilizados en el circuito.

5.1.1.3 Ejercicios realizados

Ejemplo A. En el siguiente esquema consta de dos cilindros A y B.

- a) Encuentre su secuencia.
- b) Los diagramas movimientos, funcional y señales.
- c) Simular en el programa fluidsim.
- d) Comprobación en el banco.

Figura 97. Esquema funcional

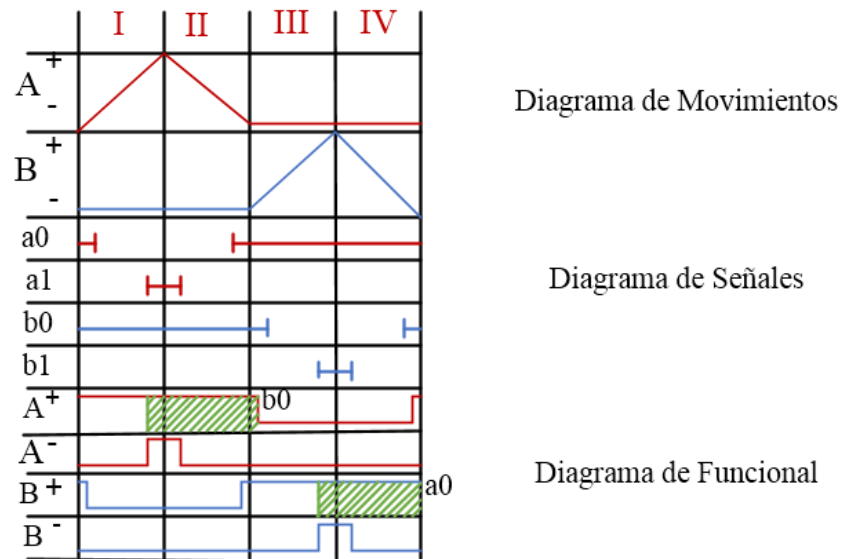


Fuente: <http://sistemcontrol.blogspot.com/>

Solución

- a) De acuerdo a la figura 92 se obtiene la siguiente secuencia A+A-B+B-
- b) Los diagramas que se obtiene de la secuencia A+A-B+B- (ver Figura. 93)

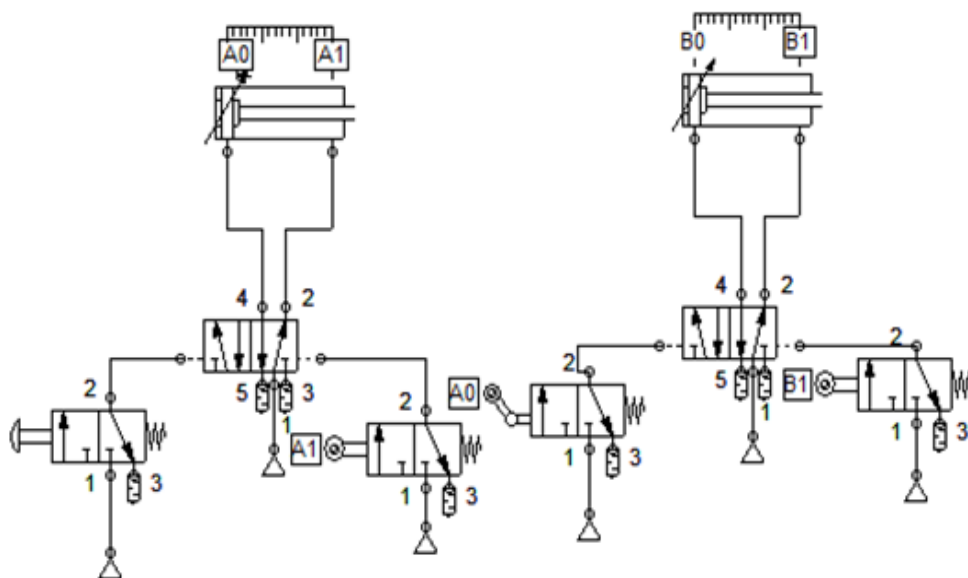
Figura 98. Diagrama de movimiento, funcional y señales de la secuencia A+A-B+B-



Fuente: Autores

- c) Circuito neumático con secuencia A+A-B+B-

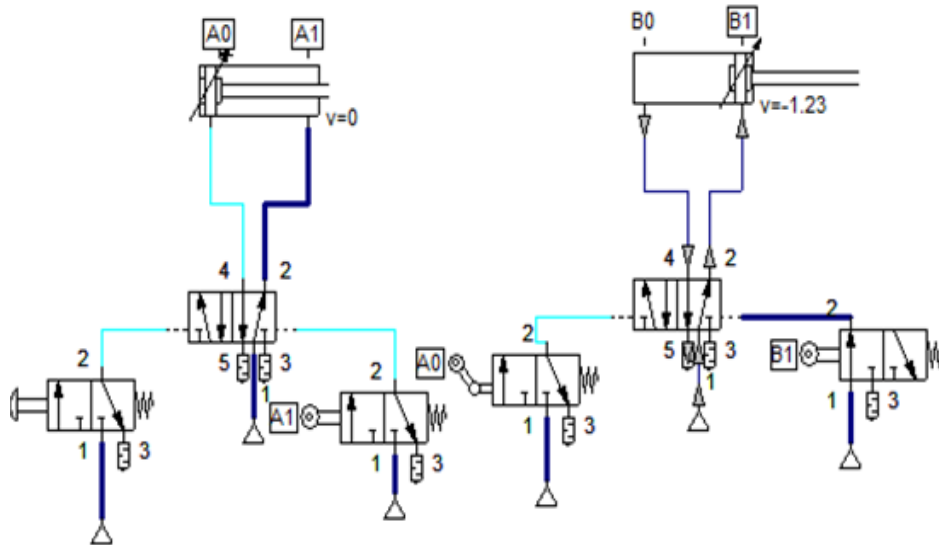
Figura 99. Circuito neumático de la secuencia A+A-B+B-



Fuente: Autores

Simulación de la secuencia A+A-B+B-

Figura 100. Simulación circuito neumático de la secuencia A+A-B+B-



Fuente: Autores

d) Comprobación en el banco

Figura 101. Comprobación en el banco la secuencia A+A-B+B-



Fuente: Autores.

Conclusión

Este ejemplo muestra cómo puede realizarse el sellado de frascos además se puede visualizar en qué parte del circuito existe control doble o la doble señal para utilizar lo que es los finales de carrera abatible, los que eliminan la doble señal.

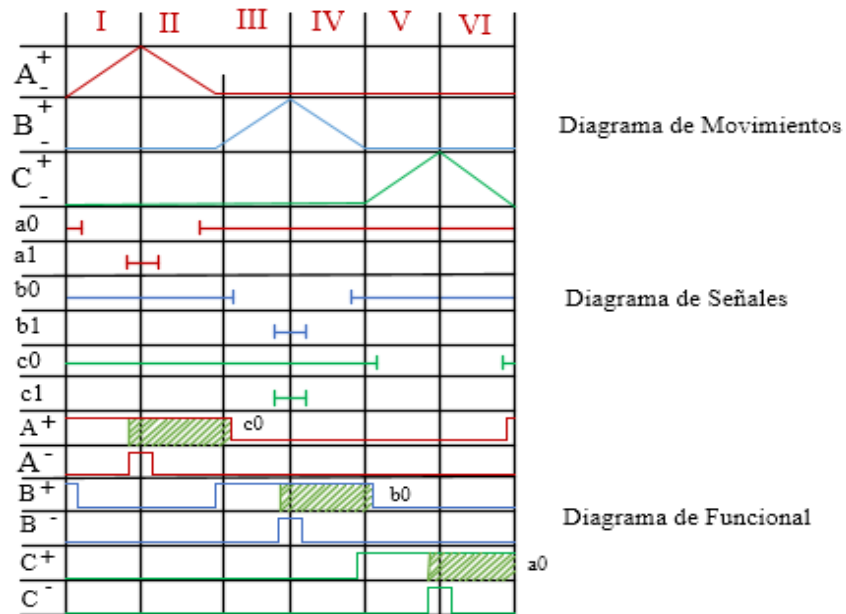
Ejemplo B. Se requiere obtener la siguiente secuencia A+A-B+B-C+C-.

- a) Los diagramas movimientos, funcional y señales.
- b) Bosqueje a que se puede aplicar esta secuencia.
- c) Simular en el programa fluidsims.
- d) Comprobación en el banco.

Solución

- a) Diagrama de movimientos, funcional y señales

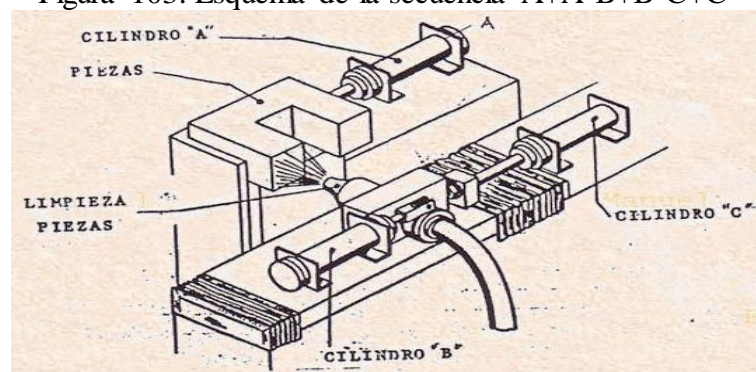
Figura 102. Diagrama de la secuencia A+A-B+B-C+C-



Fuente: Autores

- b) Aplicación de la secuencia A+A-B+B-C+C- en la industria

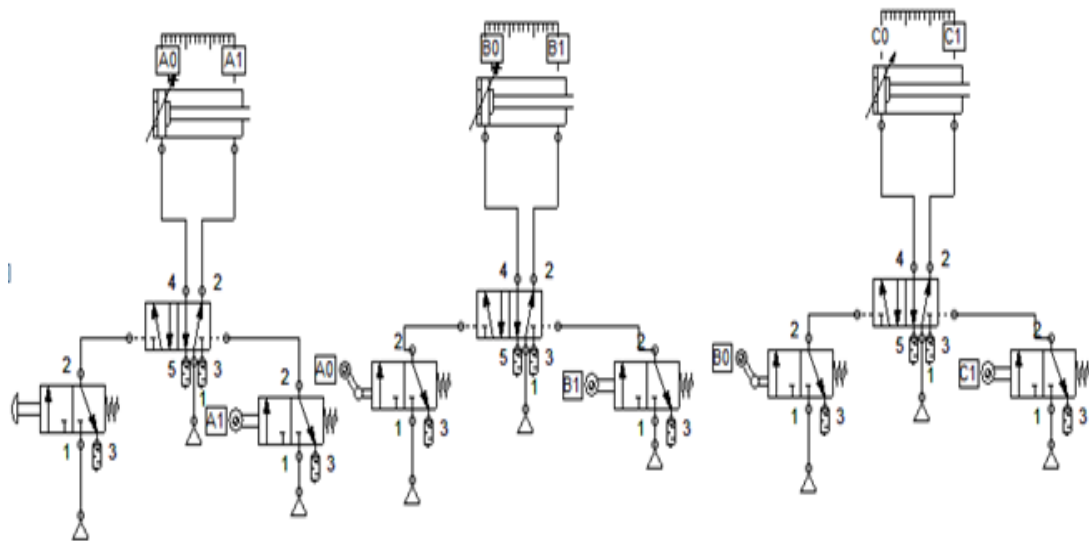
Figura 103. Esquema de la secuencia A+A-B+B-C+C-



Fuente: http://www.mescorza.com/neumatica/neumaej/neumatica/intropaso/paso7_p.htm

c) Circuito neumático con secuencia A+A-B+B-C+C-

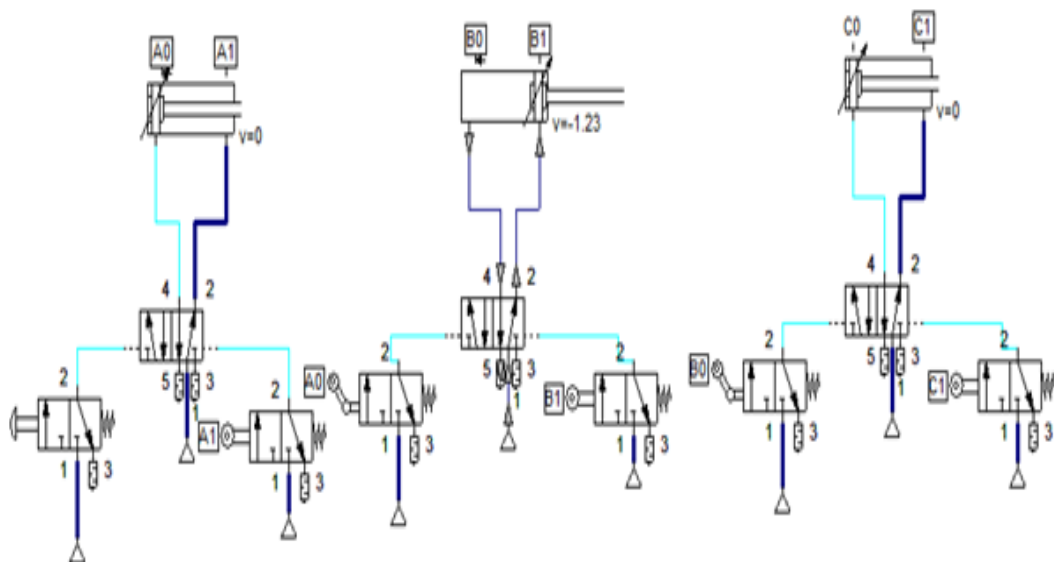
Figura 104. Circuito neumático de la secuencia A+A-B+B-C+C-



Fuente Autores

Simulación de la secuencia A+A-B+B-C+C-

Figura 105. Simulación circuito neumático de la secuencia A+A-B+B-C+C-



Fuente: Autores

d) Comprobación en el banco

Después de la simulación procedemos a la conexión correcta guiándonos en la

simulación

Figura 106. Comprobación en el banco la secuencia A+A-B+B-C+C-



Fuente: Autores

Al realizar la práctica con este método se puede notar que este método indica el número de finales de carrera abatibles necesarios para la eliminación del control doble del circuito y se lo puede utilizar para cualquier circuito neumático.

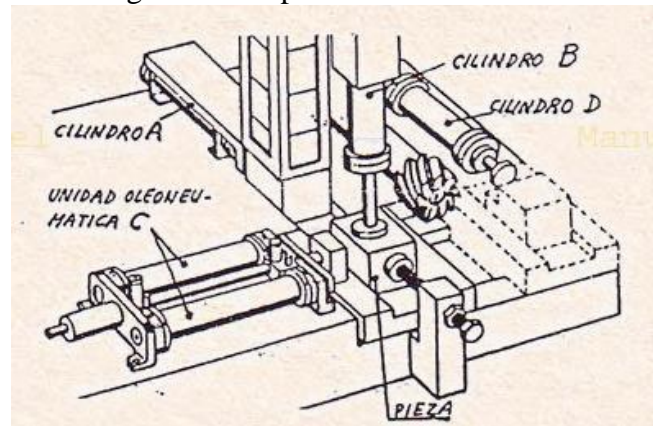
Ejemplo C. Mediante un cilindro de doble efecto A, se llevan las piezas procedentes de un cargador de petaca a un dispositivo de sujeción. El cilindro de doble efecto B, sujeta las piezas.

El avance del dispositivo de sujeción se efectúa mediante la unidad óleoneumático C. Las piezas son fresadas y posteriormente expulsadas mediante el cilindro de doble efecto D.

Por último, la unidad C retorna a la posición inicial como se observa en la figura 109, el cual representa un ciclo repetitivo de procesos, se pide encontrar los parámetros que se presentan a continuación.

- a) Encuentre su secuencia.
- b) Los diagramas movimientos, funcional y señales.
- c) Simular en el programa fluidsím.
- d) Comprobación en el banco.

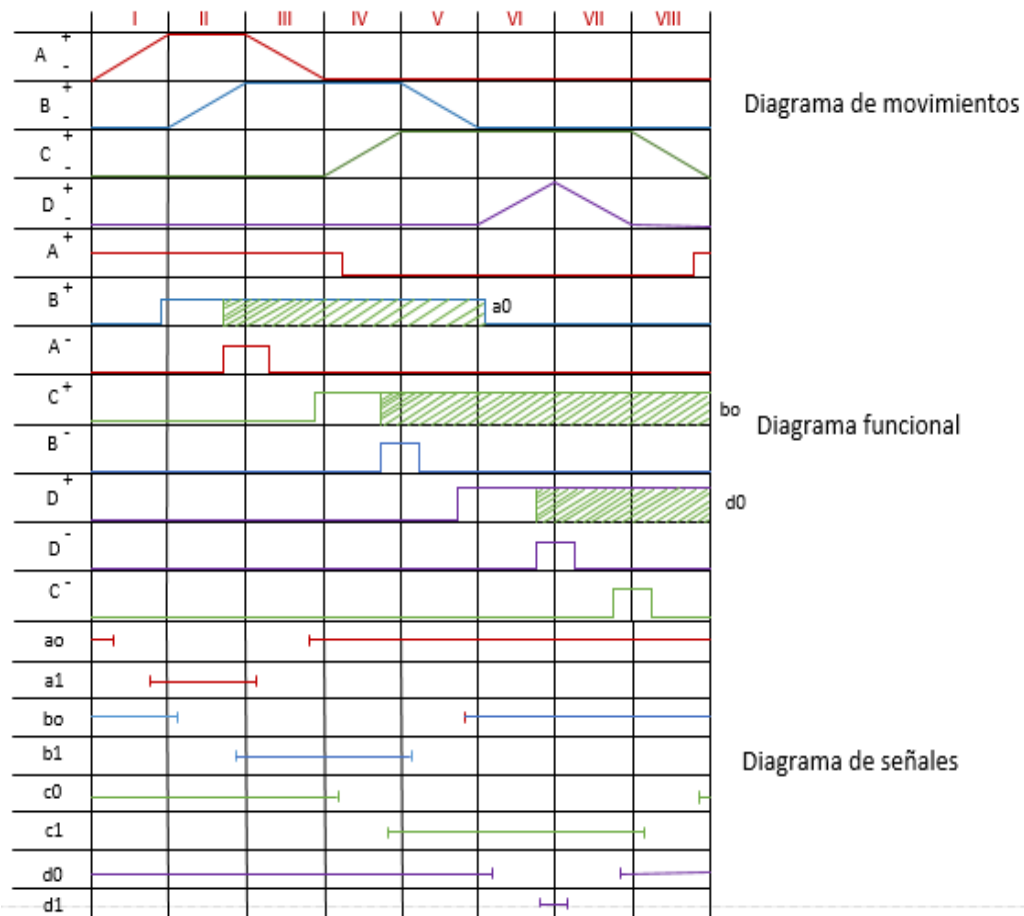
Figura 107. Aplicación de 4 cilindros



Fuente: http://www.mescorza.com/neumatica/neumaej/neumatica/intropaso/paso8_p.htm

- La secuencia del esquema propuesto es $A+B+A- C+B-D+D-C -$
- Diagramas de movimientos, funcional y de señales

Figura 108. Diagrama de movimientos, funcionales y señales de la secuencia $A+B+A- C+B-D+D-C -$

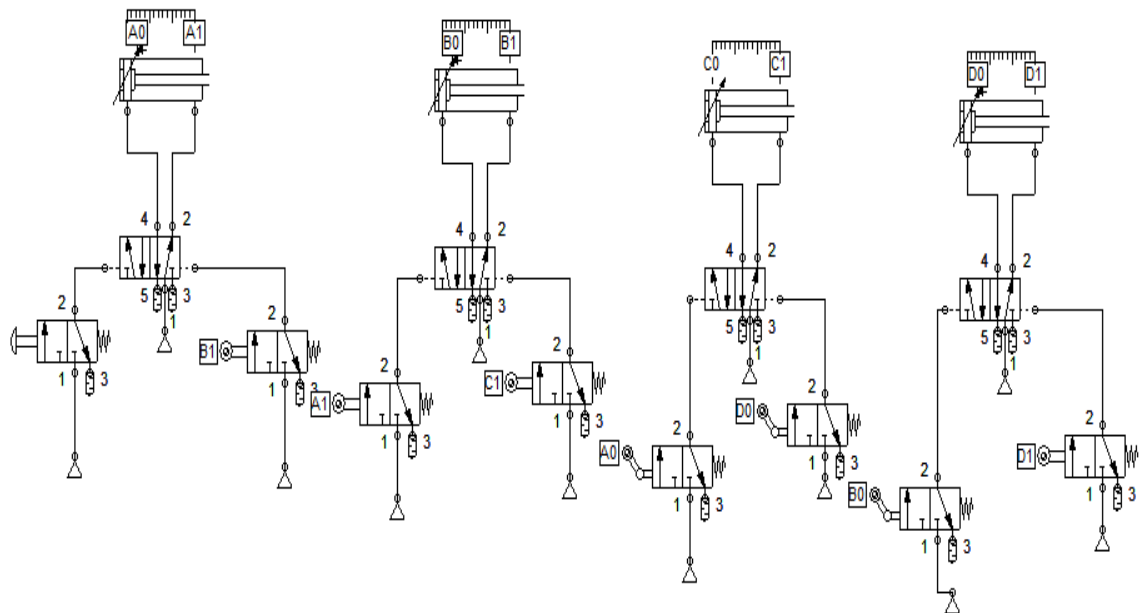


Fuente: Autores

c) Simulación fluidsim

Circuito neumático

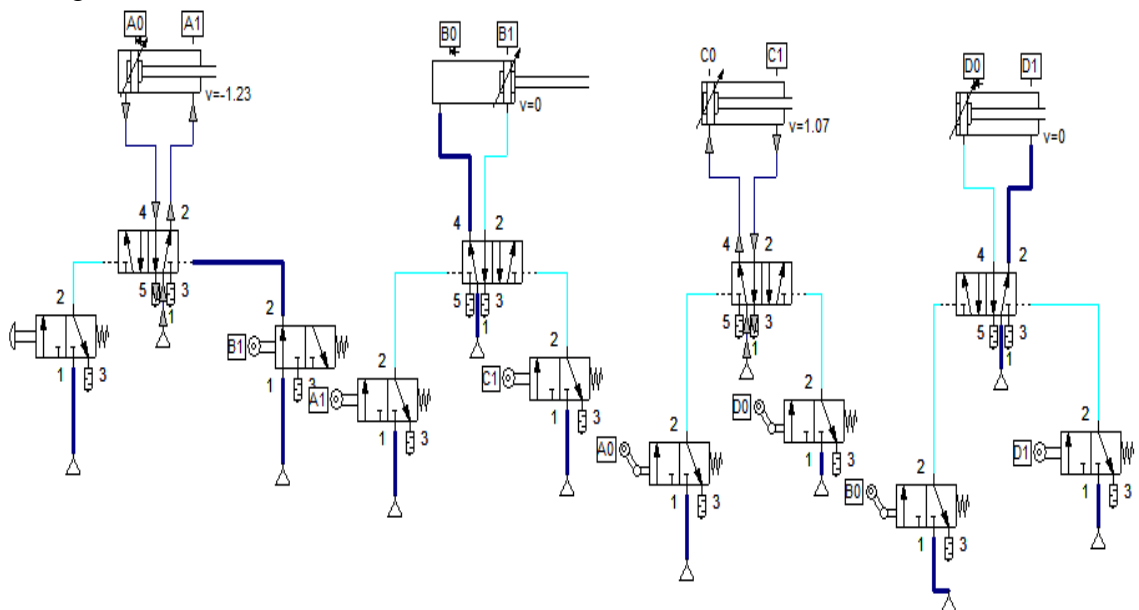
Figura 109. Circuito neumático de secuencia A+B+A- C+B-D+D-C -



Fuente: Autores

Simulación

Figura 110. Simulación circuito neumático de secuencia A+B+A- C+B-D+D-C -



Fuente: Autores

d) Comprobación en el banco

Figura 111. Simulación circuito neumático de la secuencia A+B+A- C+B-D+D-C -



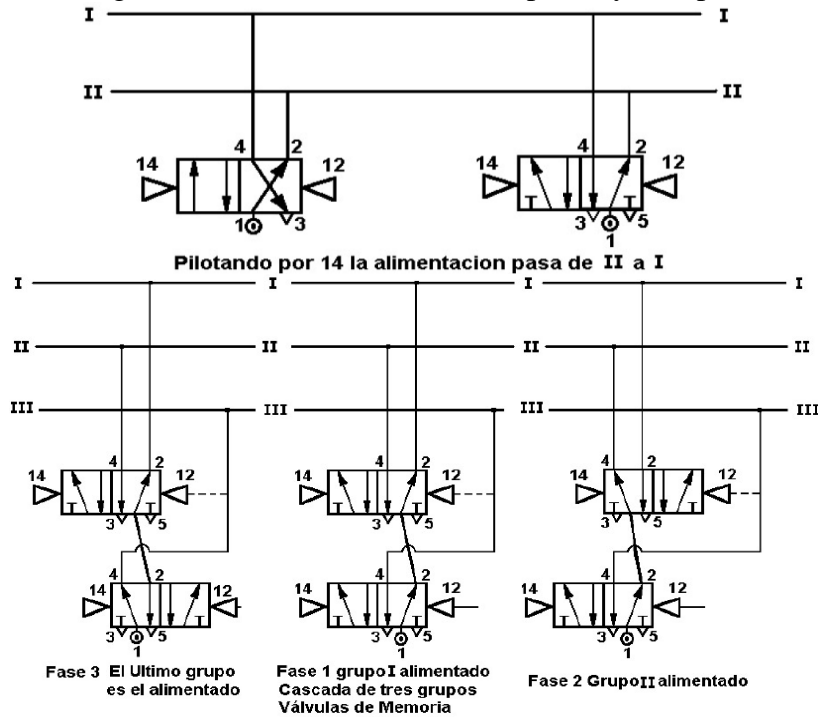
Fuente: Autores

5.1.2 Método de la cascada. Es un sistema sencillo para la resolución de circuitos neumáticos secuenciales, en los cuales, se repitan estados neumáticos. El método consta de una serie de pasos que deben seguirse sistemáticamente los siguientes pasos:

- Se divide la secuencia en grupos de forma de obtener la menor cantidad de grupos posibles sin que se repita una letra (un cilindro).
- Se generan tantas líneas (n) de alimentación como grupos haya.
- Se manejan con (n -1) válvulas (5/2) de cambio de grupo es decir el número de grupos menos uno.
- Los límites de carrera que generan acciones dentro de los grupos se dibujan por sobre ellos y se alimentan desde ellos.
- Los límites de carrera que provocan los cambios de grupo se dibujan por debajo de ellos y a la izquierda de las válvulas de cambio de grupo.
- Las condiciones de arranque se dibujan abajo y a la derecha de las válvulas de grupo.
- El último grupo debe quedar alimentado al final del ciclo, pues desde allí se tomará el aire para comenzar lo nuevamente.

5.1.2.1 Válvulas de memoria para la cascada. Es un caso con dos grupos, el grupo final (II) está alimentado al final del ciclo y al principio del mismo es decir esa es la posición inicial de las válvulas de memoria.

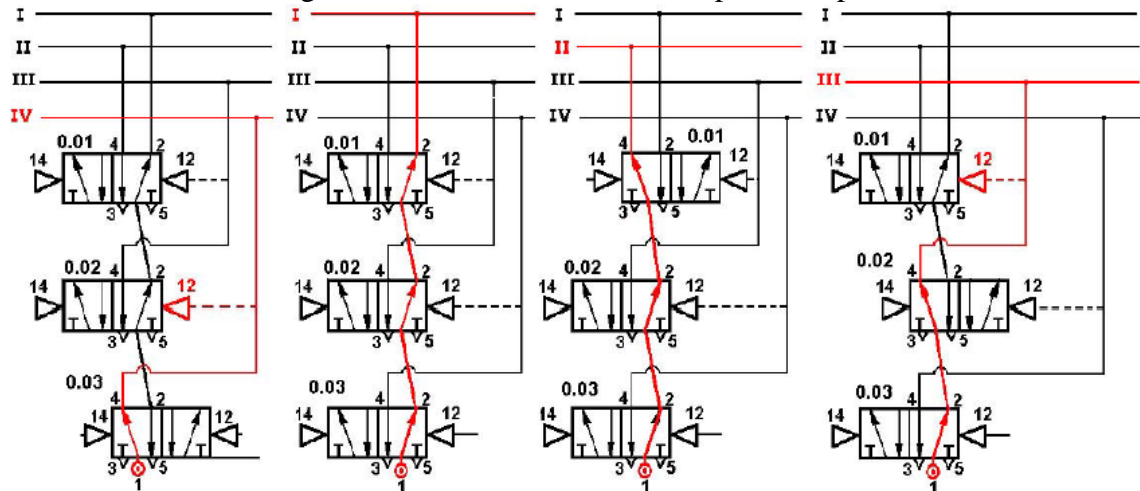
Figura 112. Válvulas de memoria para 2 y 3 etapas



Fuente: Reglas para la cascada

Cuando se tenga cuatro o más grupos se debe tomar en cuenta lo siguiente como se muestra (ver Figura. 113).

Figura 113. Válvulas de memoria para 4 etapas



Fuente: Reglas para la cascada

El último grupo debe quedar con presión al completarse el ciclo.

La válvula 0.01 sirve para conectar los grupos I y II, las restantes conectan

sucesivamente los grupos III y IV.

Además se debe tomar en cuenta lo que existen problemas que solo pueden ser resueltos con lo siguiente:

5.1.2.2 Paso a paso mínimo

- Se divide la secuencia en grupos forma de tal de obtener la menor cantidad de grupos posibles sin que se repita una misma letra (un mismo cilindro).
- Se generan tantas líneas (n) de alimentación como grupos haya.
- Se manejan con (n) válvulas (3/2) de cambio de grupo es decir el número de grupos.
- Los límites de carrera que generan acciones dentro de los grupos se dibujan por sobre ellos y se alimentan desde ellos.
- Los límites de carrera que provocan los cambios de grupos se dibujan por debajo de las líneas de grupo, pilotando las válvulas de cambio de grupo.
- La última línea de grupo debe quedar alimentada cuando la máquina termine de moverse.

5.1.2.3 Paso a paso máximo

- Se divide la secuencia en grupos de modo de obtener la mayor cantidad de grupos posibles (cada paso es un grupo).
- Se generan tantas líneas de grupo como grupos haya (n).
- Se utilizan (n) tantas válvulas de grupo como grupos haya.
- Los límites de carrera que provocan un cambio de grupo se dibujan activando los pilotajes de las válvulas de grupo.
- La última línea de grupo debe quedar alimentada cuando la máquina termine de moverse.

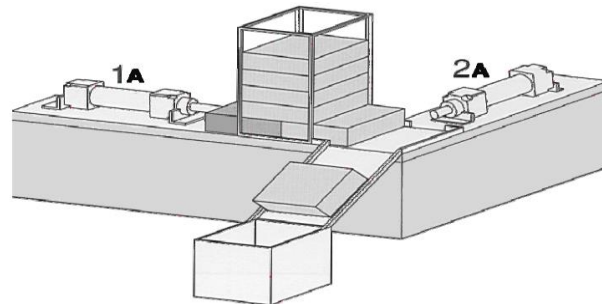
5.1.2.4 Ejercicios realizados en el banco

Ejemplo A. Comprende en extraer piezas de un cargador por gravedad y depositarlas sobre un plano inclinado para apilarlas en una caja donde se han de embalar como se

indica (ver Figura. 114) obtener:

- a) La secuencia.
- b) Diagrama de movimientos.
- c) Las ecuaciones.
- d) Simulación en fluidsim.
- e) Comprobación en el banco.

Figura 114. Aplicación con 2 cilindros

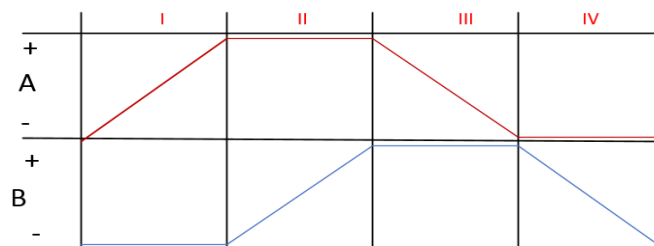


Fuente: http://www.mescorza.com/neumatica/neumaejer/neumatica/intropaso/paso8_p.htm

m

- a) La secuencia de acuerdo a la figura 94 es A+B+A-B-
- b) Diagramas de movimientos

Figura 115. Circuito neumático de la secuencia A+B+A-B-



Fuente: Autores

- c) Ecuaciones

La secuencia A+B+A-B-

Primero separamos en etapas de la siguiente forma.

$A+ B+ / A- B- /$

$A+B+ =$ Primera etapa

$A-B- =$ Segunda etapa

Procedemos hacer las ecuaciones de las etapas

$I = II. bo$

$II = I. b1$

Hacemos las ecuaciones de los procesos

$A+ = I. P$

$B+ = I. a1$

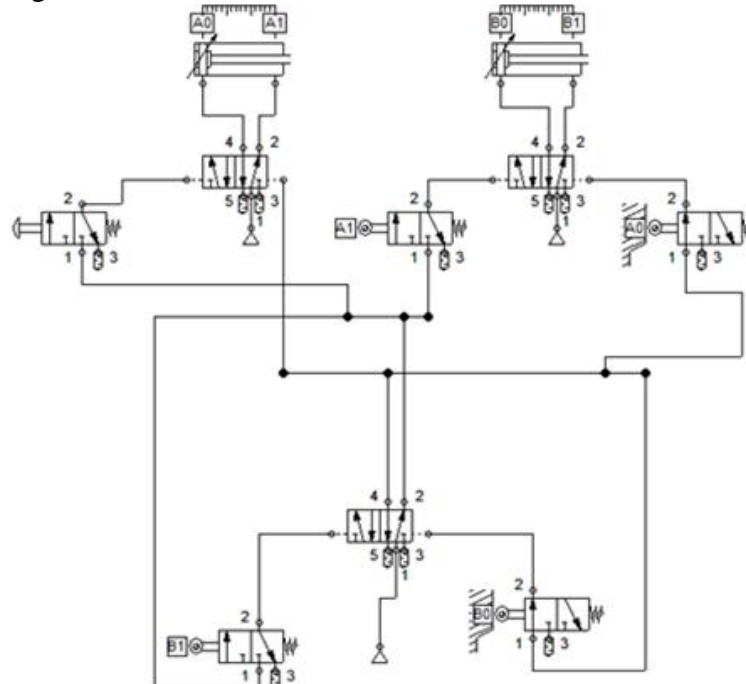
$B- = II. bo$

$A- = II$

d) Simulación en fluidsim

Circuito neumático

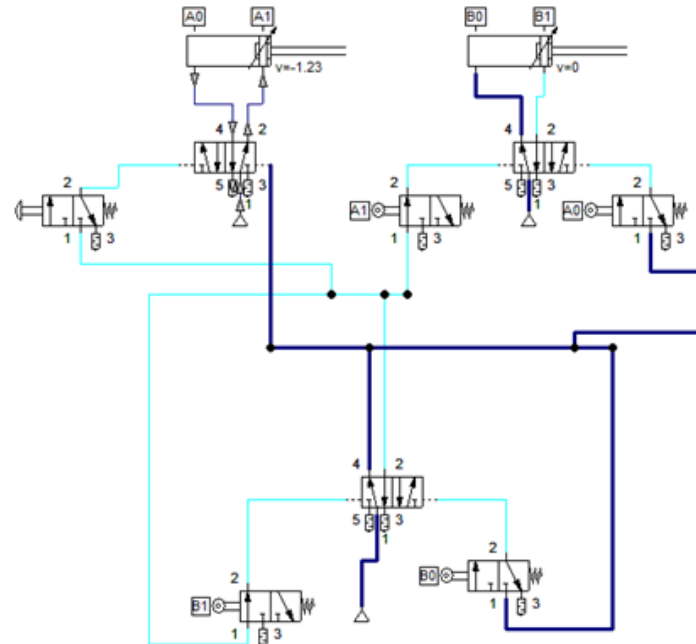
Figura 116. Circuito neumático de la secuencia $A+B+A-B-$



Fuente: Autores

Simulación

Figura 117. Simulación circuito neumático de la secuencia A+B+A-B-



Fuente: Autores

e) Comprobación en el banco

Figura 118. Comprobación en el banco de la secuencia A+A-B+B-C+C-

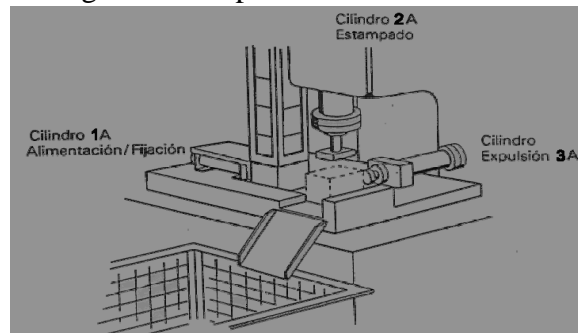


Fuente: Autores

Ejemplo B. Se trata de una máquina especial que tiene como finalidad marcar piezas, su alimentación se efectúa por gravedad, siendo empujadas contra un tope y sujetadas mediante el cilindro 1A, marcadas mediante el cilindro 2A y expulsadas mediante el cilindro 3A (ver Figura. 119).

- a) La secuencia.
- b) Diagrama de movimientos.
- c) Las ecuaciones.
- d) Simulación en fluidsim.
- e) Comprobación en el banco.

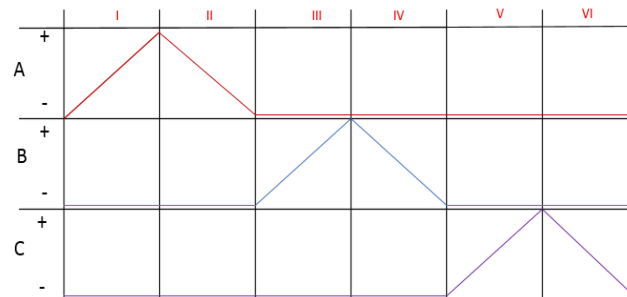
Figura 119. Aplicación con 3 cilindros



Fuente: http://www.mescorza.com/neumatica/neumaejer/neumatica/intropa/paso7_p.htm

- a) La secuencia es A+B+B-A-C+C-
- b) Diagrama de movimientos

Figura 120. Circuito neumático de la secuencia A+A-B+B-C+C-



Fuente: Autores

- c) Ecuaciones

La secuencia de los cilindros del proceso es la que se puede apreciar A+B+B-A-C+C-. Primero separamos en grupos.

A+B+/B-A-/C+C-/

A+B+ = Primera etapa

B-A- = Segunda etapa

C+C- = Tercera etapa

Procedemos hacer las ecuaciones de las etapas

I = III. co

II = I. b1

III = II. ao

Hacemos las ecuaciones de los procesos

A+ = I. P

B+ = I. a1

B- = II

A- = II. bo

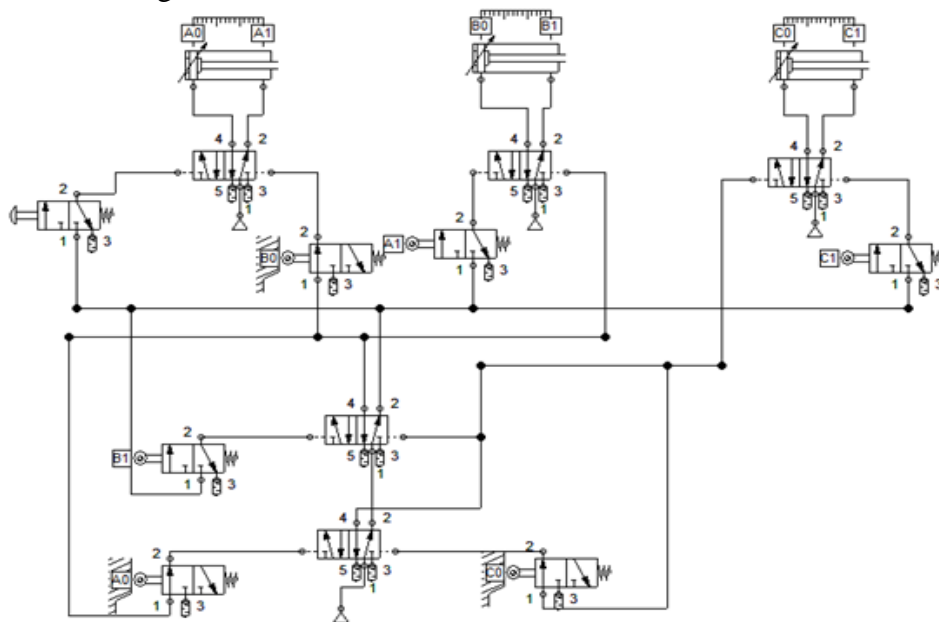
C+ = III

C- = I. c1

d) Simulación en fluidsims

Circuito neumático

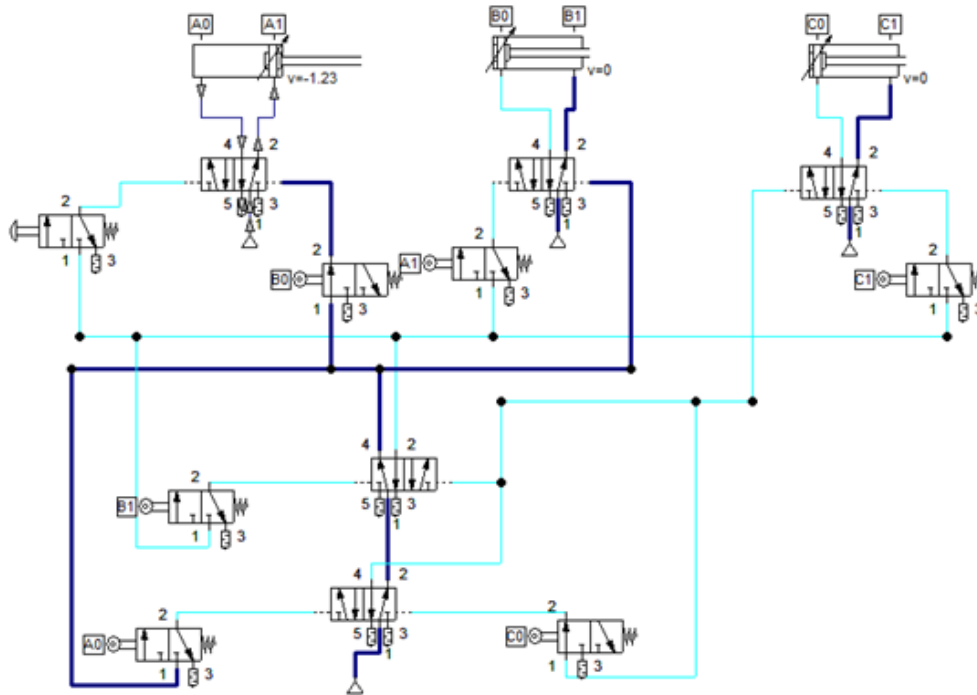
Figura 121. Circuito neumático de la secuencia A+A-B+B-C+C-



Fuente: Autores

Simulación

Figura 122. Simulación circuito neumático de la secuencia A+B+B-A-C+C-



Fuente: Autores

e) Comprobación en el banco

Figura 123. Comprobación en el banco de la secuencia A+A-B+B-C+C-



Fuente: Autores

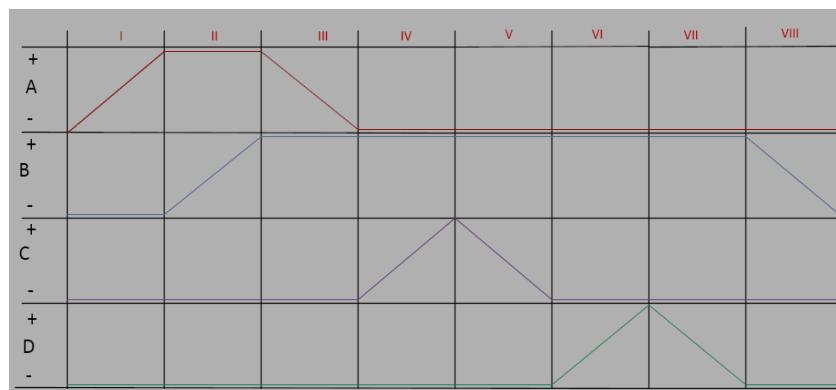
El ejemplo muestra 3 cilindros los cuales cumplen a calidad la práctica en el banco y no presenta problemas para la conexión de los elementos en el tablero del banco.

Ejemplo C. En el siguiente problema elaborar el circuito neumático, simulación y la practica en el banco de la siguiente secuencia A+B+A-C+C-D+D-B- obtener.

- a) Diagrama de movimientos.
- b) Las ecuaciones.
- c) Simulación en fluidsim.
- d) Comprobación en el banco.

- a) Diagrama de movimientos de la secuencia A+A-B+B-C+C-

Figura124. Circuito neumático de la secuencia A+A-B+B-C+C-



Fuente: Autores

- b) Las ecuaciones

Primero separamos en grupos

$$A+B+/A-C+/C-D+/D-B-/$$

A+B+ = Primera etapa

A-C+ = Segunda etapa

C-D+ = Tercera etapa

D-B- = Cuarta etapa

Procedemos hacer las ecuaciones de las etapas

$$I = IV. b0$$

$$II = I. b1$$

$$III = II. c1$$

$$IV = III. d1$$

Hacemos las ecuaciones de los procesos

$A+ = I. P$

$B+ = I. a1$

$A- = II$

$C+ = II. ao$

$C- = III$

$D+ = III. co$

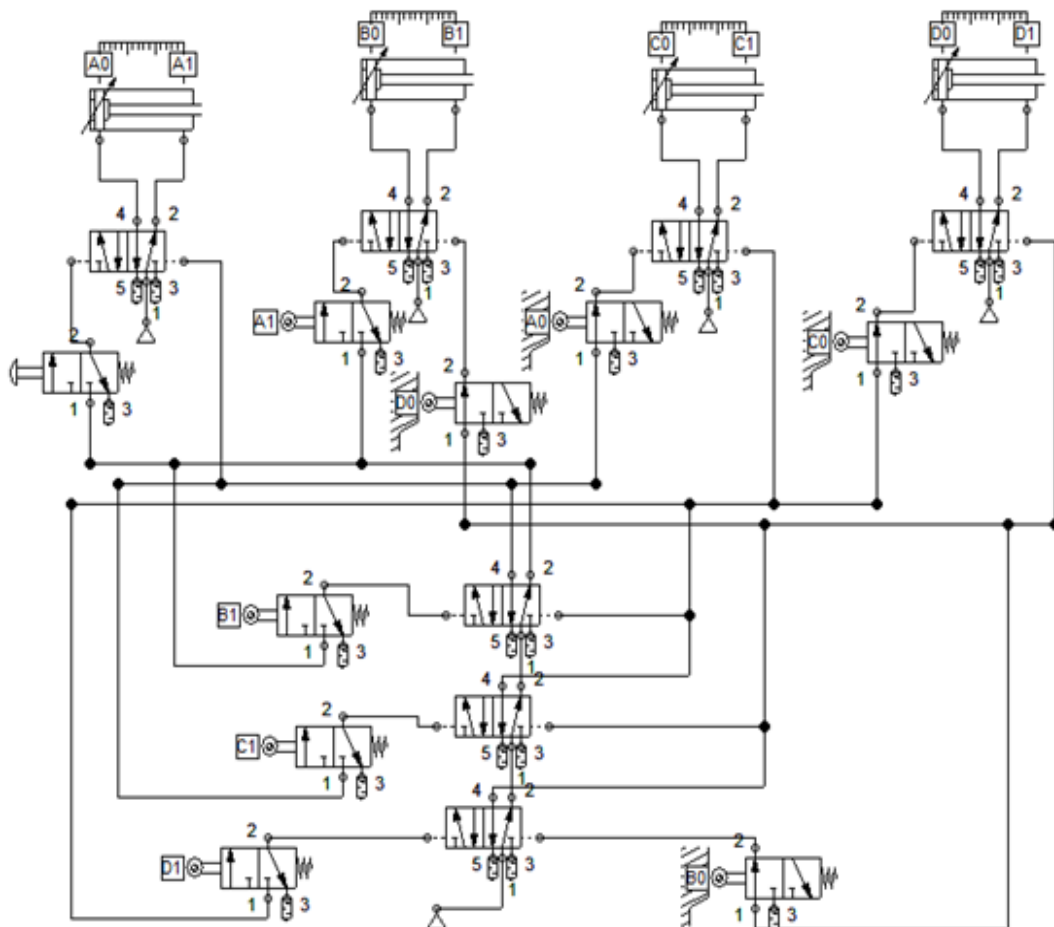
$D- = IV$

$B- = IV. do$

c) Simulación en fluidsim

Circuito neumático

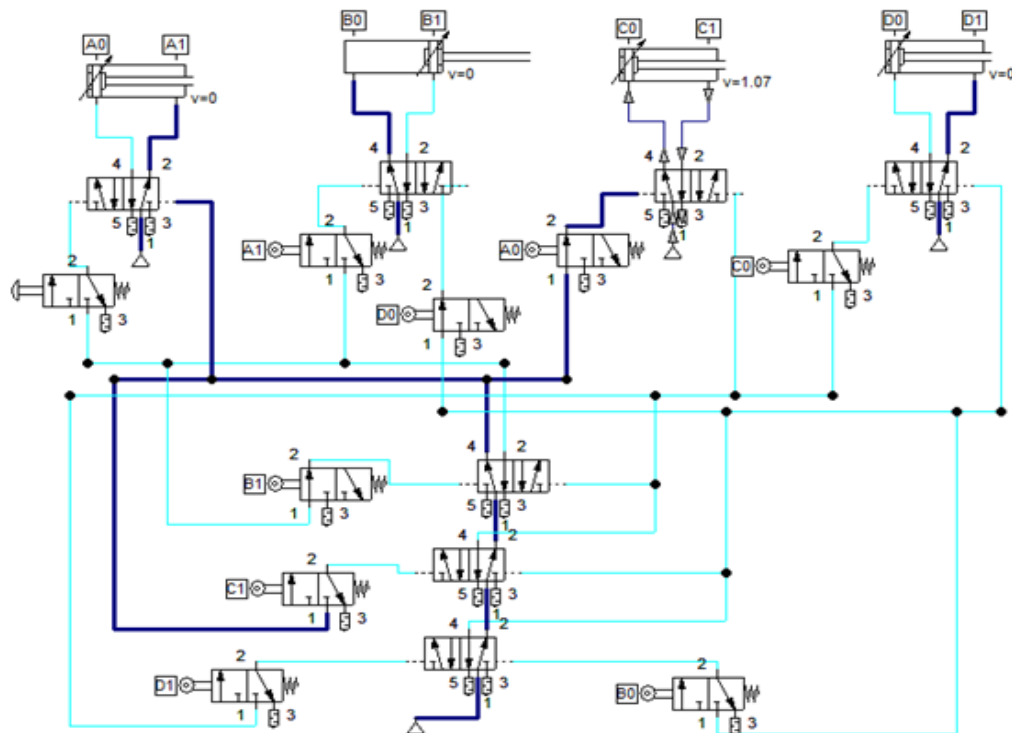
Figura 125. Circuito neumático de la secuencia $A+B+A-C+C-D+D-B-$



Fuente: Autores

Simulación

Figura 126. Simulación circuito neumático de la secuencia A+B+A-C+C-D+D-B-



Fuente: Autores

d) Comprobación en el banco

Figura 127. Comprobación en el banco de la secuencia A+A-B+B-C+C-



Fuente: Autores

La secuencia es una práctica en la cual se utiliza casi todo el espacio del tablero del banco, y se puede realizar cualquier tipo de aplicación de secuencias aplicando este método.

En general y en forma muy estimativa, los PLC pueden ser clasificados en 4 tipos generales de acuerdo a su tamaño: Micro, pequeños, medianos y grandes PLC, y esta clasificación está ligada a la capacidad de memoria y/o al número de módulos de entrada y salida que pueden ser armados.

Tabla 11. Clasificación de PCL por capacidad de memoria

TIPO	MEMORIA (words)	I/O MÓDULOS
Micro PLC	256	hasta 64
Pequeños PLCs	256 - 2K	hasta 128
Medianos PLCs	2K - 12K	hasta 512
Grandes PLCs	Más de 12K	más de 512

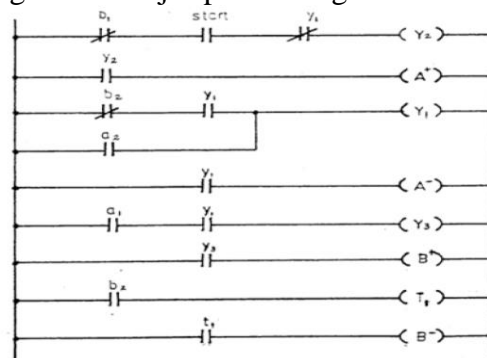
Fuente: MORÁN, Iván D. F. Fundamentos de automatización industrial

Puede suceder, dependiendo del fabricante, que un mismo PLC puede ser ubicado en una de estas tipificaciones con relación al tamaño de su memoria y otra diferente con relación al número de módulos de entrada (I) y de salida (O) que en él están disponibles. Otro aspecto importante que puede definir el tipo de PLC, puede estar también ligado a las facilidades de operación que ofrece.

5.2.2 Unidades de programación. Las unidades de programación son las actuales computadoras, cuyo monitor muestra algunos escalones o ramales del diagrama a la vez y el "flujo de energía" en cada línea del diagrama durante la operación. Esto facilita grandemente la solución de problemas.

La figura muestra un diagrama escalera tipo en la forma que puede aparecer en la pantalla dependiendo del PLC.

Figura 129. Ejemplo de diagrama escalera



Fuente: MORÁN, Iván D. F. Fundamentos de automatización industrial

5.2.3 Memorias de los PLC. La capacidad de memoria es especificada usualmente en términos de "bytes" o de "palabras" con cada byte conteniendo generalmente 8 "bits" (algunas veces 16), y cada palabra compuesta de 2 bytes. En la selección del PLC, la capacidad de memoria disponible juega un papel muy importante.

Los diferentes tipos de memoria, volátil y no-volátil se designan por varias iniciales, entre ellas

RAM (Random-Access Memory). Tiene la ventaja de ser compacta, barata y fácilmente programable. La mayoría de PLC en la actualidad usan memoria de este último tipo por su bajo consumo de energía (importante con relación a la batería de respaldo) y mayor inmunidad al "ruido".

R/W (Read/Write Memory). Este término es utilizado frecuentemente como sinónimo de la memoria RAM. Sin embargo, frecuentemente es usado para designar memoria basada en núcleos magnéticos (antes que en semiconductores). Los núcleos magnéticos tienen la ventaja de ser no-volátiles, aunque pueden ser libremente programados, sin embargo son más caros y ocupan mayor espacio que los semiconductores de la RAM. Se usan a menudo en los PLC más grandes, donde las limitaciones de tamaño no son importantes y el costo de la memoria representa solo una pequeña parte del costo total del sistema.

ROM (Read-Only Memory). Esta memoria es usada para almacenar permanentemente un programa fijo que nunca será cambiado. Siendo una memoria no volátil se usa a menudo para almacenar los programas ejecutivos, y muy raramente para almacenar programas de aplicación del usuario.

PROM (Programmable Read-Only Memory). Esta memoria es no-volátil y puede ser programada pero sólo usando equipo especial. Una vez programado el chip de la PROM no puede ser borrado o alterado. Por lo tanto, es raramente utilizada para almacenar programas de aplicación.

EPROM (Erasable Programmable Read-Only Memory). Es similar a la PROM, pero su chip puede ser completamente borrado por exposición a luz ultravioleta. Después de

borrado el chip puede ser reprogramado utilizando un dispositivo especial de cargado.

EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory). Esta es una memoria no-volátil, aunque fácilmente programable como la RAM. No se requiere dispositivo especial de cargado y los bytes pueden ser borrados y reprogramados individualmente.

5.2.4 Módulos de entrada y salida. La función de estos módulos I/O, es proveer la interface necesaria entre el PLC y el sistema controlado. Los módulos de entrada traducen las señales que ingresan al PLC (por ejemplo, de finales de carrera, de interruptores manuales, presóstatos, termostatos u otro tipo de sensores) a corriente continua de 5V con la que el PLC puede trabajar. Por otro lado los módulos de salida re-traducen esta corriente de 5V y baja intensidad que viene del PLC en señal de corriente de alto voltaje e intensidad para actuar el equipo industria.

Los módulos I/O se disponen para diferentes voltajes como 115V ac, 230V ac, 24V ac, 24V de y 5V de (para conexión a micro-computadores, pantallas LED, o elementos electrónicos etc.) Hay también módulos de salida con un relay de salida a través del cual el usuario puede enviar cualquier voltaje deseado. (MORÁN, Espoch, 2011)

5.2.5 Descripción y uso del PLC LOGO 230 RC Simiens. Se trata de los equipos disponibles en los laboratorios de PLC del ISTTA y por lo tanto el que se empleará en las practicas experimentales.

En él se integran las siguientes funciones y módulos

- Control.
- Unidad de operación y visualización.
- Fuente de alimentación.
- Interfaz para los módulos de programación y cable para la computadora.
- Ciertas funciones visuales en la práctica; por ejemplo activación y desactivación temporizada y relé de impulsos y reloj.
- Determinada cantidad de entradas y salidas según el modelo.

El logo 230RC cuenta con 6 entradas digitales y cuatro salidas digitales por relé. Para el montaje se coloca sobre un perfil normalizado a fuente de alimentación es de 230 Vca y debe ser alimentado separadamente de sus entradas, para lo cual las conexiones se encuentran debidamente separadas e identificadas. (AGUILAR, 2014)

Figura 130. Logo 230RC Simiens



Fuente: http://cali.anunico.com.co/anuncio-de/otras_ventas/plc_logo_Simiens_230rc-1222613.html

5.2.5.1 Método de programación GRAFCET. El grafcet es un sistema gráfico secuencial, de representación de mando que provocan las sucesivas transiciones entre etapas y se utiliza para todo tipo de PLC.

Características

- Tiene unas reglas de edición sencilla.
- Muy adecuado para plantear estructuras secuenciales.
- Da una disciplina de programación.
- Hay paquetes de programación que permiten programar el PLC directamente en grafcet.
- Complementa los principios de algebra de Boole en una detallada descripción grafica de un proceso.
- Para los sistemas puramente combinacionales es poco práctico.

Estados

Estado de un elemento. Posibles valores que pueden tomar un elemento.

Estado de un sistema. Es una combinación de los posibles estados de los elementos que componen el sistema.

Sistema combinacional y sistema secuencial.

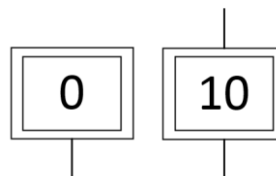
Sistema combinacional. Cuando para cada una de las de las combinaciones de los estados de los elementos de la entrada del sistema existe una, y solo una combinación de los estados de los elementos de salida. Es decir con la combinación de los estados de entrada se puede deducir cual es la combinación de los elementos de salida.

Un sistema secuencial. Cuando para alguna combinación de los elementos de entrada puede dar lugar a más de una combinación de los elementos de salida.

Etapas. En un graficet todos los estados del sistema tienen asociado un elemento de memoria llamado etapa.

Etapas iniciales. En el graficet se representa por un doble cuadrado la etapa inicial como se muestra en la figura 131.

Figura 131. Etapa inicial



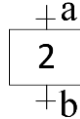
Fuente: Diagramas para el diseño de la automatización

Un sistema puede tener más de una etapa inicial si trabaja con diagramas simultáneos.

Cuando se activa una etapa inicial todas las demás quedan desactivadas. Las etapas deben estar numeradas de una forma ordenada, secuencialmente siendo la etapa “0” la primera hasta “n” la última, coincidiendo con los estados de los automatismos.

Etapas normales. Normalmente a cada etapa que realiza una acción que modifica el estado de algún elemento de salida del sistema se le asocia un rectángulo a la derecha de

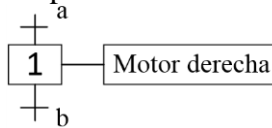
Figura 132. Etapa normal



Fuente: Diagramas para el diseño de la automatización

Etapas simples. Con la acción indicamos lo que ha de pasar en el automatismo en el momento que se desactiva la etapa.

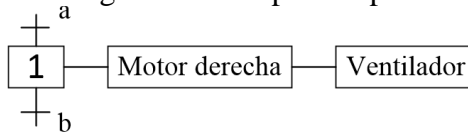
Figura 133. Etapa normal Condición asociada



Fuente: Diagramas para el diseño de la automatización

Etapas múltiple. Una acción puede tener más de una acción asociada.

Figura 134. Etapa múltiple



Fuente: Diagramas para el diseño de la automatización

Transiciones

Figura 135. Transiciones



Fuente: Diagramas para el diseño de la automatización

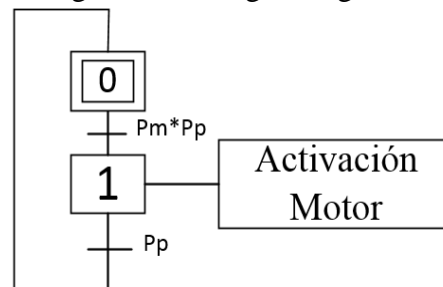
Una transición señala el traspaso de una etapa a otra, en una barrera que separa dos etapas y a la cual solo se puede llegar si la etapa de procedencia esta activa.

Activación para las etapas

Para resolver un problema de automatización puede que sea necesaria la utilización de varios graficet.

Podemos hacer que la barrera de transición de un grafcet actúe como activación de la etapa del grafcet. (MONTERO, 1999 - 2000)

Figura 136. Diagrama grafcet



Fuente: <http://www.iesmigueldecervantes.com/publica/sef/pedro/grafcet.pdf>

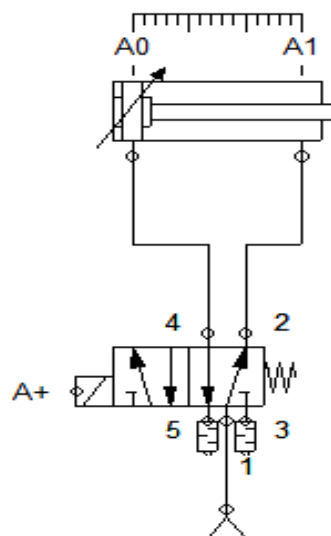
5.2.5.2 Ejemplos realizados en el banco

Ejemplo A. Realice un circuito electroneumático utilizando la lógica cableada donde se pueda visualizar el funcionamiento y secuencia de una estampadora, cuando se energiza una bobina o retención de energía.

- Simular en el programa fluidsim.
- Comprobación en el banco.

Circuito neumático

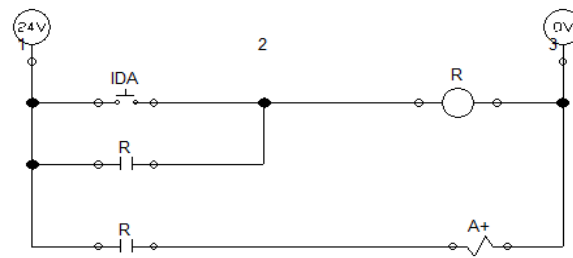
Figura 137. Circuito neumático con válvula mono estable



Fuente Autores

Circuito eléctrico

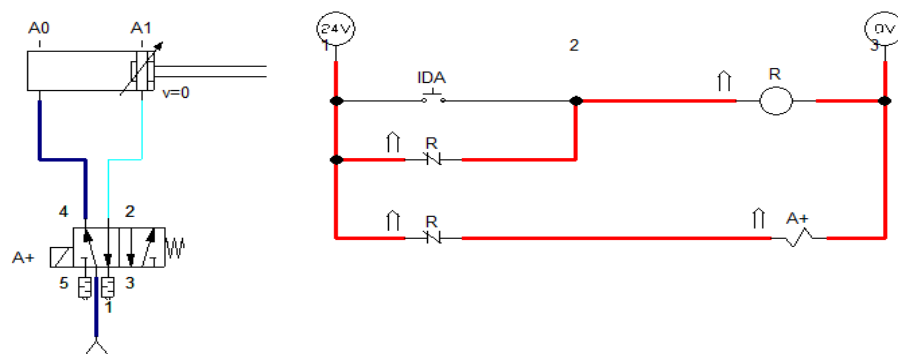
Figura 138. Circuito eléctrico



Fuente Autores

a) Simulación en fluidsims

Figura 139. Simulación del circuito electroneumático



Fuente Autores

b) Comprobación en el banco

Figura 140. Comprobación en el banco del circuito electroneumático



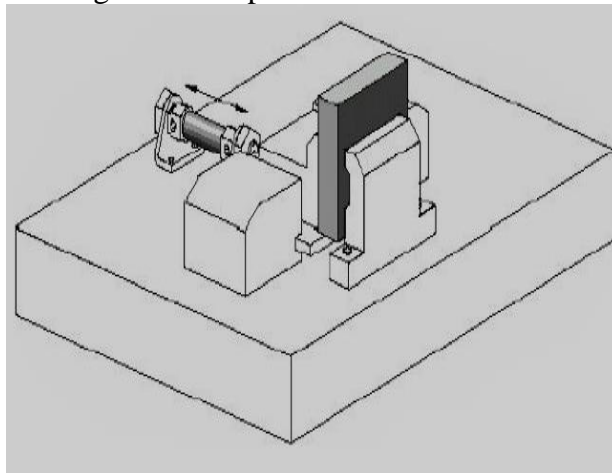
Fuente Autores

En el circuito se puede observar que se queda salido el cilindro porque el solenoide (A+) no se desenergiza para regresar por muelle.

Ejemplo B. En la figura se muestra un cilindro y se desea obtener los circuitos neumáticos y eléctricos para las válvulas mono estables y bi estables.

- a) Los diagramas movimientos.
- b) Simular en el programa fluidsim.
- c) Comprobación en el banco.

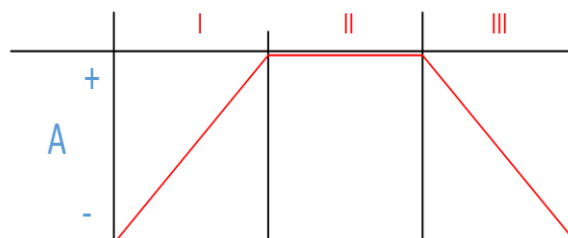
Figura 141. Aplicación con un cilindro



Fuente: <http://sistemcontrol.blogspot.com/>

- a) Diagramas de movimiento A+ A-

Figura 142. Diagrama de movimientos A+ A-



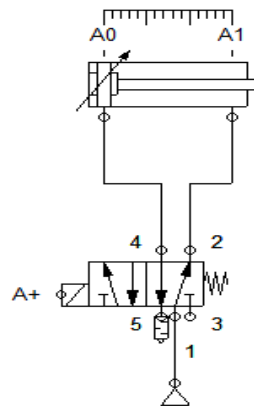
Fuente Autores

Electroválvula mono estable

- b) Simulación en fluidsim

Circuito neumático con secuencia A+A-

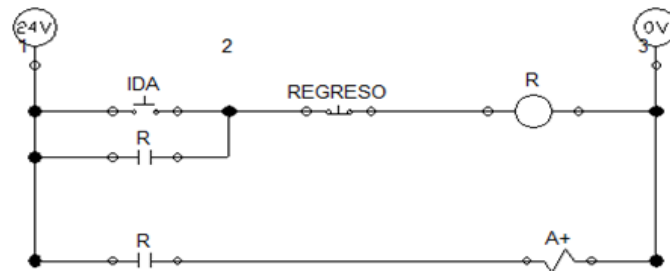
Figura 143. Circuito neumático con válvula mono estable de la secuencia A+ A-



Fuente Autores

Circuito eléctrico A+A-

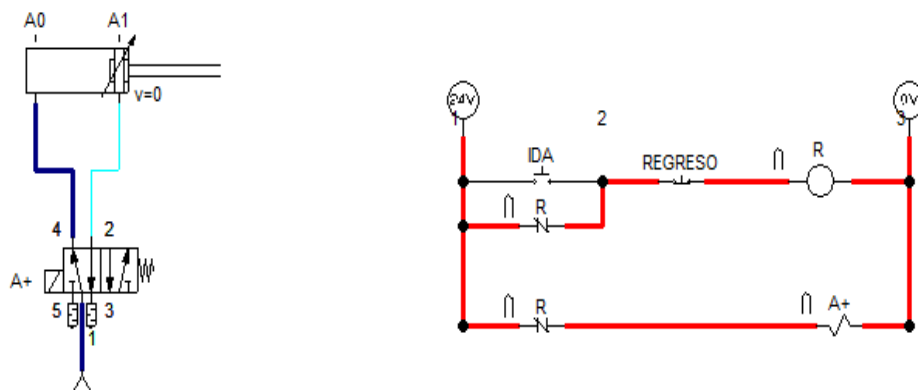
Figura 144. Circuito eléctrico de la secuencia A+ A-



Fuente Autores

Simulación

Figura 145.Simulacion del circuito electroneumático



Fuente: Autores

c) Comprobación en el banco

Figura 146. Comprobación en el banco del circuito electroneumático

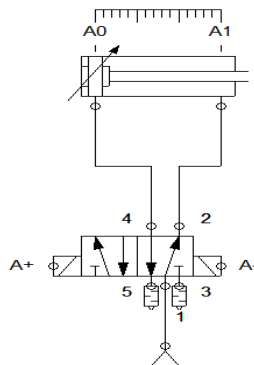


Fuente: Autores

Electroválvula bi estable

Circuito neumático

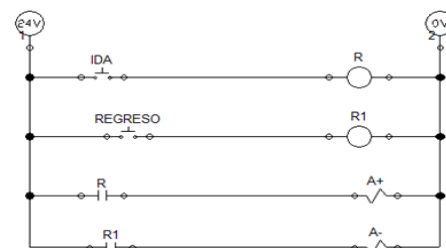
Figura 147. Circuito neumático con válvula bi estable de la secuencia A+ A-



Fuente: Autores

Circuito eléctrico

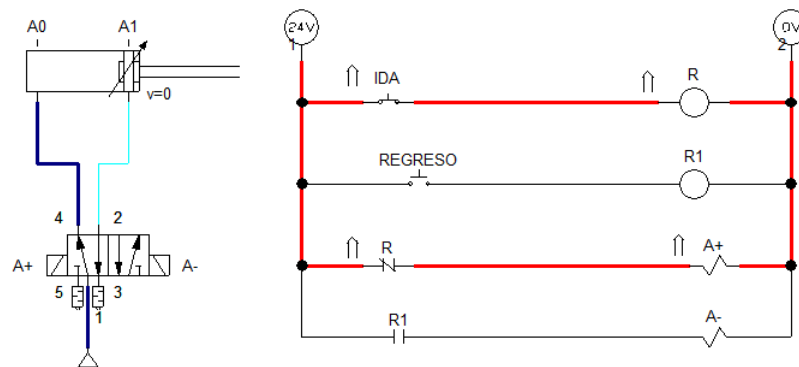
Figura 148. Circuito electroneumático



Fuente: Autores

a) Simulación en fluidsim

Figura 149. Simulación del circuito electroneumático



Fuente: Autores

b) Comprobación en el banco

Figura 150. Comprobación en el banco del circuito electroneumático



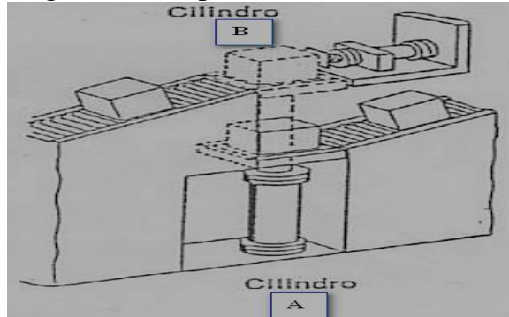
Fuente: Autores

Este circuito representa a una prensa para lo que es necesario sujetar la pieza por un tiempo y luego sacar, para los dos casos de las válvulas cumple con el requerimiento que es sacar la pieza cuando se quiera.

Ejemplo C. En la siguiente figura se requiere encontrar

- Encuentre su secuencia.
- Los diagramas movimientos.
- Simular en el programa fluidsim.
- Comprobación en el banco.

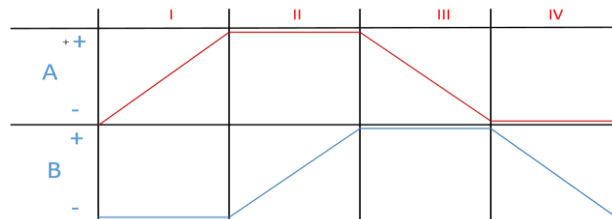
Figura 151. Aplicación con 2 cilindros



Fuente: http://utcj.mx/claroline/claroline/backends/download.php?url=LzItYXB1bnRlc2VsZWNOcm9uZXVtYXRpY2EucGRm&cidReset=true&cidReq=IPIM41_AP

- Observando la figura se obtiene la secuencia A+B+A-B- donde se realizará los circuitos para ciclo único y ciclo infinito
- Diagrama de movimientos de la secuencia A+B+A-B-

Figura 152. Diagrama de movimientos de la secuencia A+B+A-B-

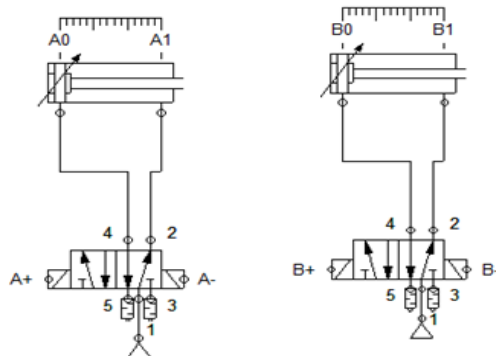


Fuente: Autores

- Simulación en fluidsims

Circuito neumático

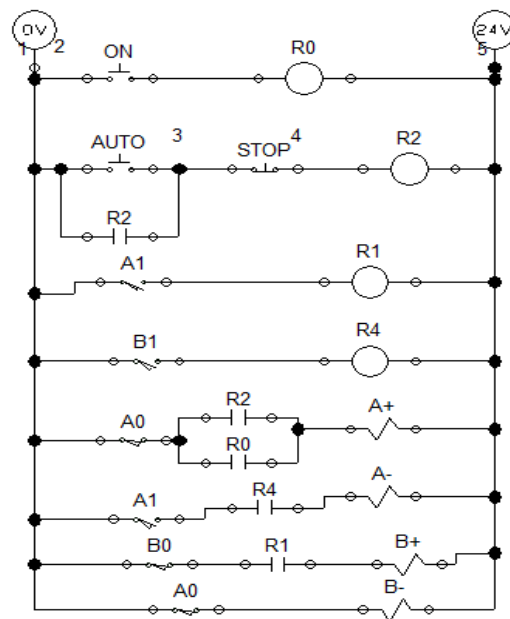
Figura 153. Circuito neumático de la secuencia A+B+A-B-



Fuente: Autores

Circuito eléctrico

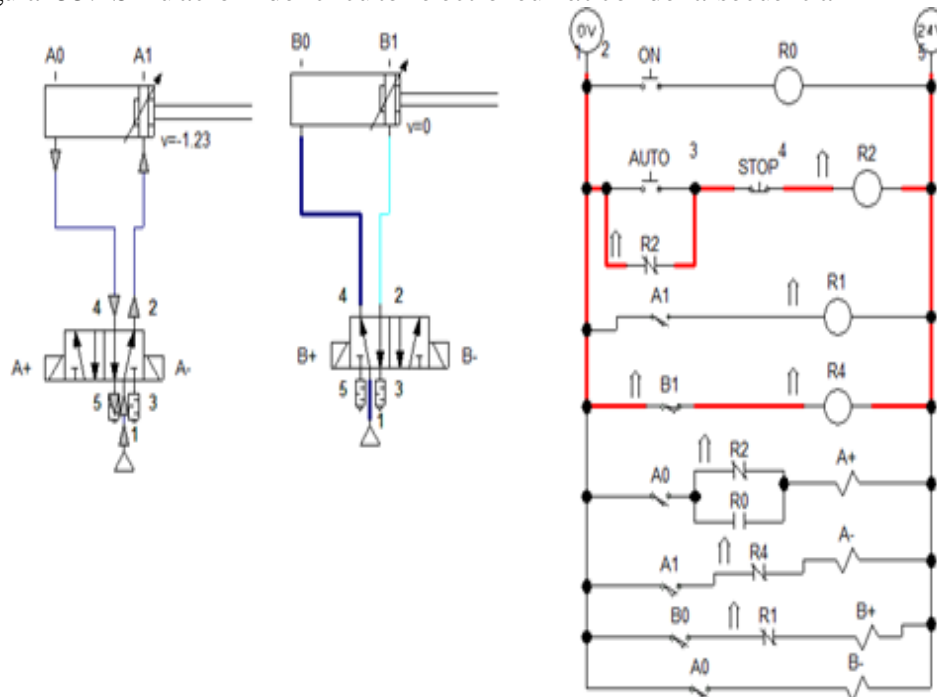
Figura 154. Circuito eléctrico



Fuente: Autores

Simulación

Figura155. Simulación del circuito electroneumático de la secuencia A+B+A-B-



Fuente: Autores

- d) Comprobación en el banco

Figura 156. Etapa inicial



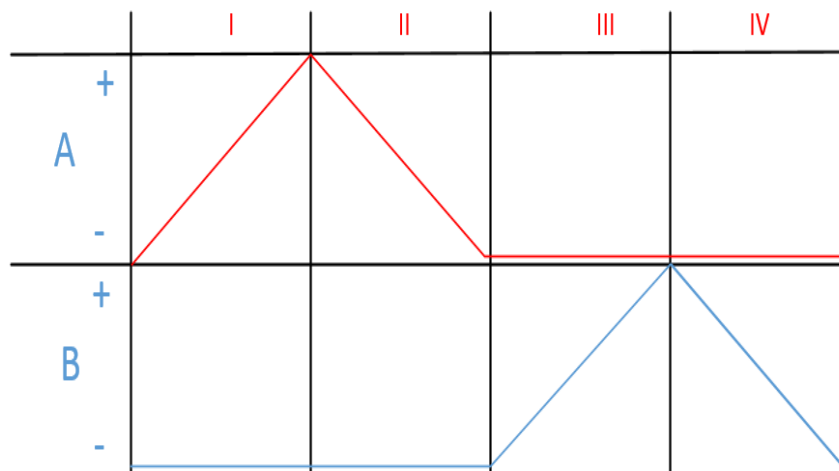
Fuente: Autores

Ejemplo D. Se desea realizar la secuencia A+A-B+B- utilizando el logo 230RC.

- a) Obtener el diagrama de movimientos.
- b) Hacer el graficet y ecuaciones.
- c) Simular en fluidsim.
- d) Comprobación en el banco.

- a) Diagrama de movimientos

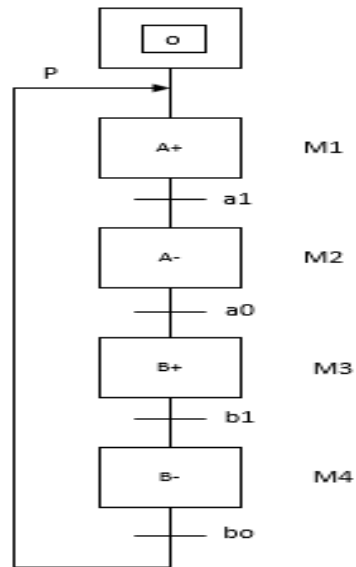
Figura 157. Diagrama de movimientos de la secuencia A+A-B+B-



Fuente: Autores

b) Grafcet

Figura 158. Grafcet se la secuencia A+A-B+B-



Fuente Autores

$$M1 = M4.b0 + M1.\overline{M2}$$

$$M2 = M1.a1 + M2.\overline{M3}$$

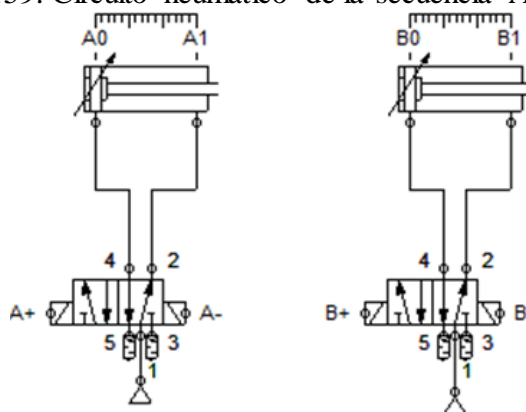
$$M3 = M2.a0 + M3.\overline{M4}$$

$$M4 = M3.b1 + M4.\overline{M1}$$

c) Simulacion en fluidsims

Circuito neumático

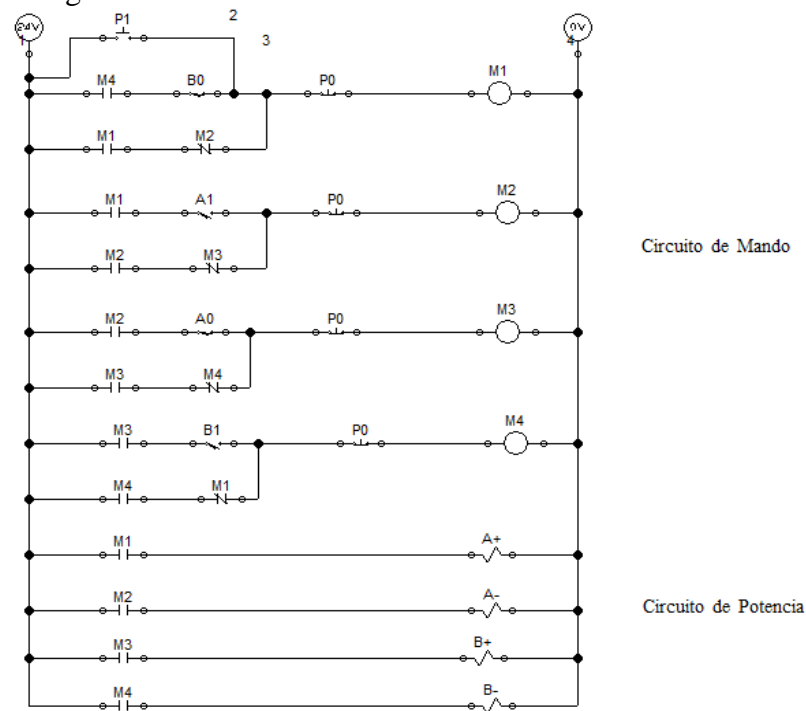
Figura 159. Circuito neumático de la secuencia A+A-B+B-



Fuente: Autores

Circuito eléctrico

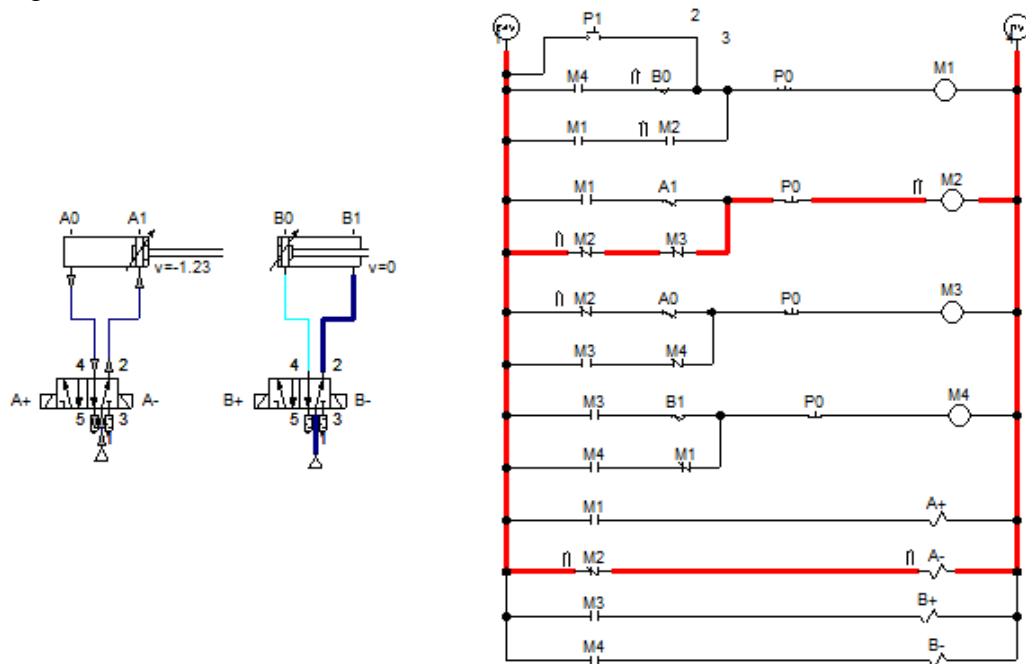
Figura 160. Circuito eléctrico de la secuencia A+A-B+B-



Fuente: Autores

Simulación de la secuencia A+A-B+B-

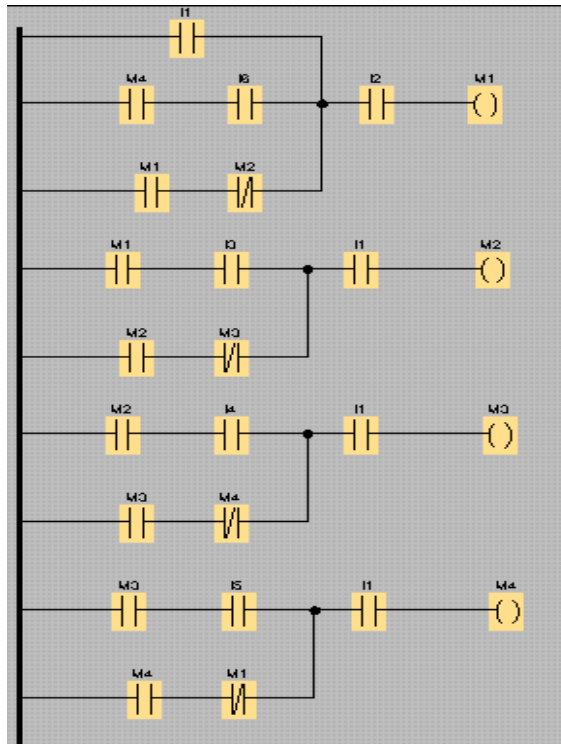
Figura 161. Simulación del circuito electroneumático de la secuencia A+A-B+B-



Fuente: Autores

Programación en el logo 230Rc

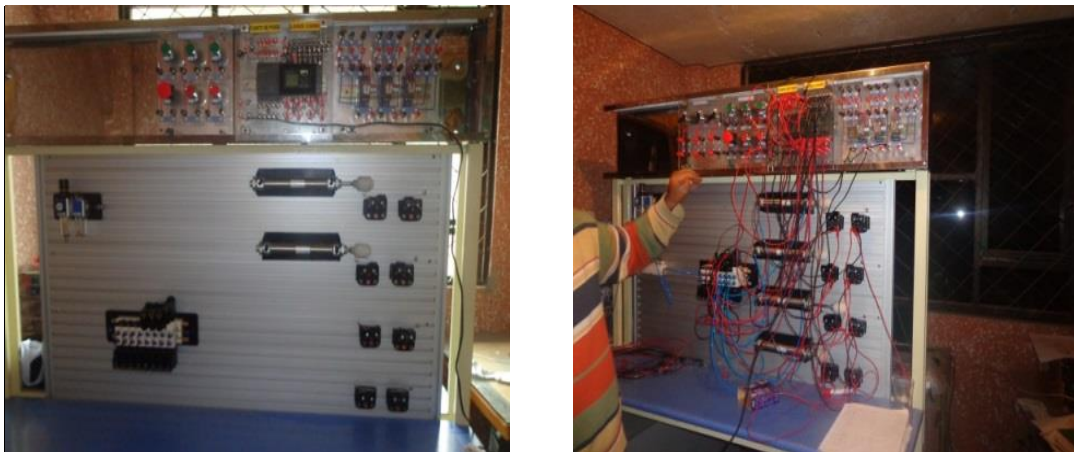
Figura 162. Programación en el logo 230RC



Fuente: Autores

d) Comprobación en el banco

Figura 163. Comprobación en el banco de la secuencia A+A-B+B-



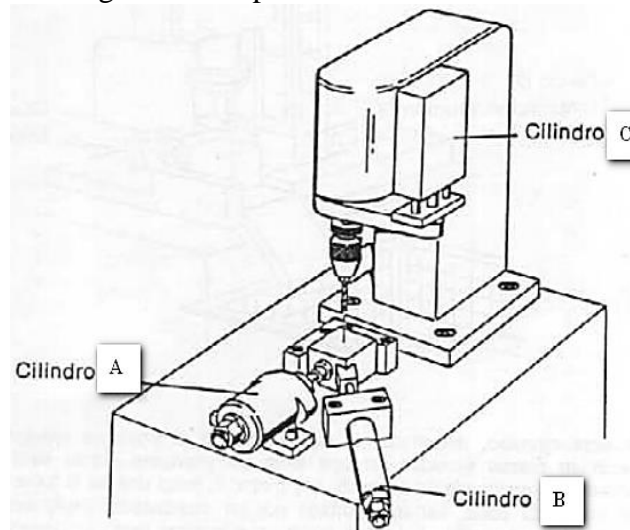
Fuente: Autores

Ejemplo E. De la figura siguiente se desea obtener:

a) La secuencia.

- b) Obtener el diagrama de movimientos.
- c) Hacer el graficet y ecuaciones.
- d) Simular en Fluidsim.
- e) Comprobación en el banco.

Figura 164. Aplicación con 3 cilindros

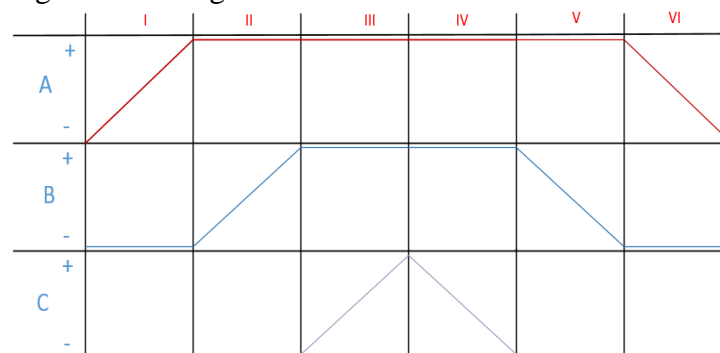


Fuente: http://utcj.mx/claroline/claroline/backends/download.php?url=LzItYXB1bnRlc2VsZWNOcm9uZXVtYXRpY2EucGRm&cidReset=true&cidReq=IPIM41_AP

- a) La secuencia de la figura es A+B+C+C-B-A-

- b) Diagramas de movimientos

Figura 165. Diagrama de movimientos A+B+C+C-B-A-

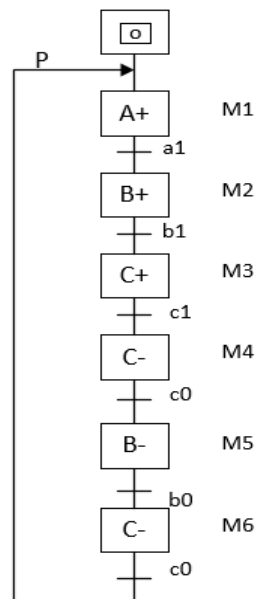


Fuente: Autores

- c) Simulación en fluidsim

Grafcet

Figura 166. Grafcet de la secuencia A+B+C+C-B-A-



Fuente: Autores

Ecuaciones del grafcet

$$M1 = M6.a0 + M1.\overline{M2}$$

$$M2 = M1.a1 + M2.\overline{M3}$$

$$M3 = M2.b1 + M3.\overline{M4}$$

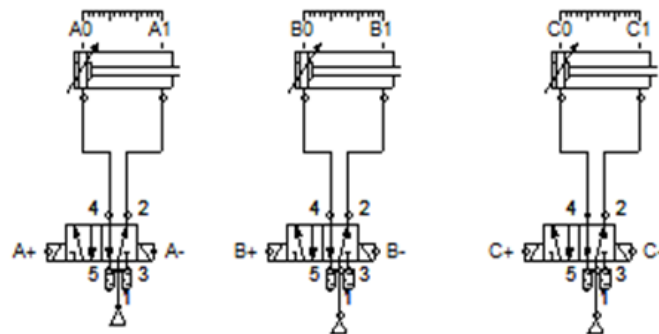
$$M4 = M3.c1 + M4.\overline{M5}$$

$$M5 = M4.c0 + M5.\overline{M6}$$

$$M6 = M1.b0 + M6.\overline{M1}$$

Circuito neumático

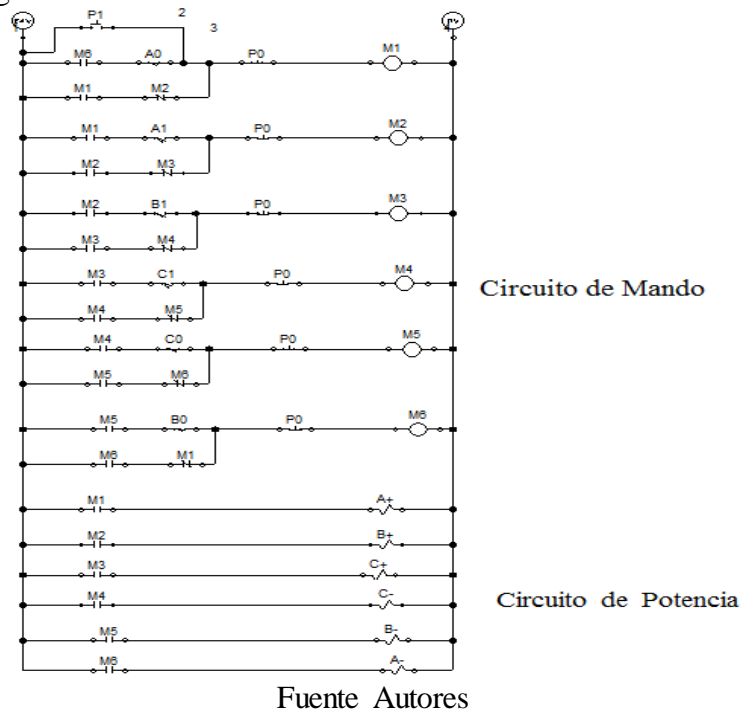
Figura 167. Circuito neumático de la secuencia A+B+C+C-B-A-



Fuente Autores

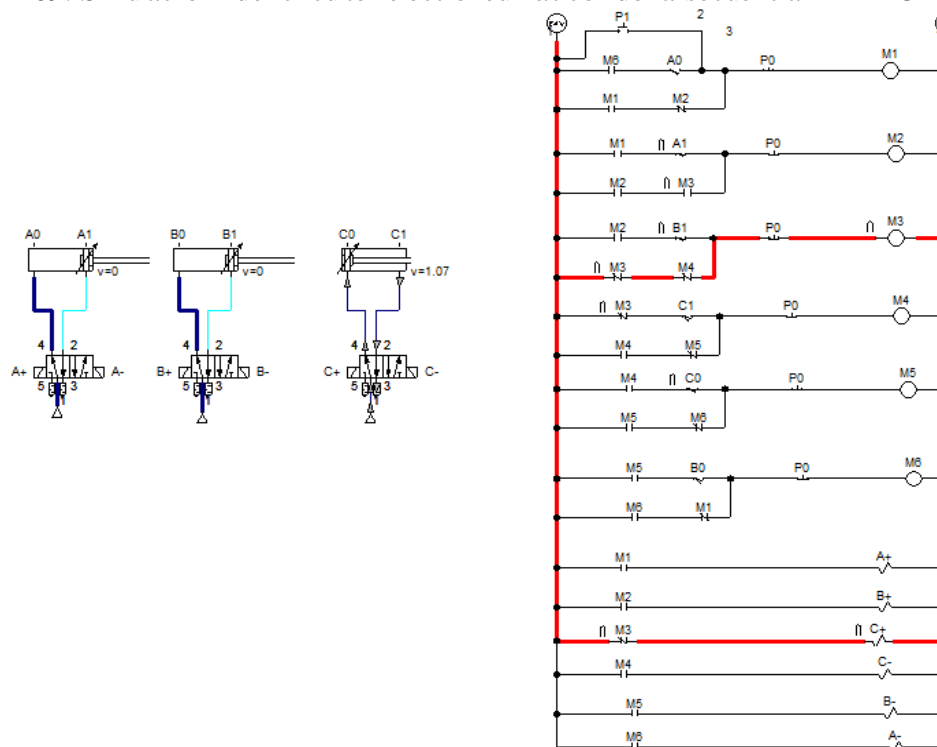
Circuito eléctrico

Figura 168. Circuito eléctrico de la secuencia A+B+C+C-B-A-



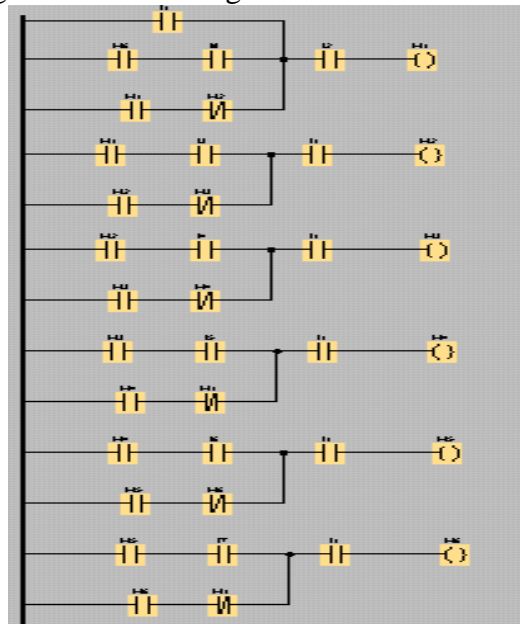
Simulación

Figura 169. Simulación del circuito electroneumático de la secuencia A+B+C+C-B-A-



Programación del logo 230RC

Figura 170. Programación en el logo 230RC la secuencia A+B+C+C-B-A-



Fuente: Autores

d) Comprobación en el banco

Figura 171. Comprobación en el banco de la secuencia A+B+C+C-B-A-



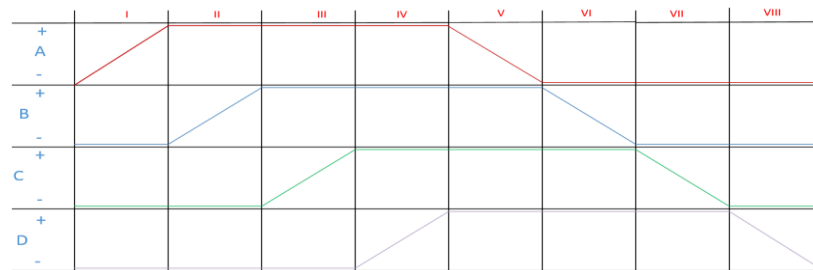
Fuente: Autores

Ejemplo F. Se desea realizar la siguiente secuencia A+B+C+D+A-B-C-D-.

- Obtener el diagrama de movimientos.
- Hacer el graficet y ecuaciones.
- Simular en fluidsim.
- Comprobación en el banco.
- A qué se puede aplicar esta secuencia.

a) Diagrama de movimientos

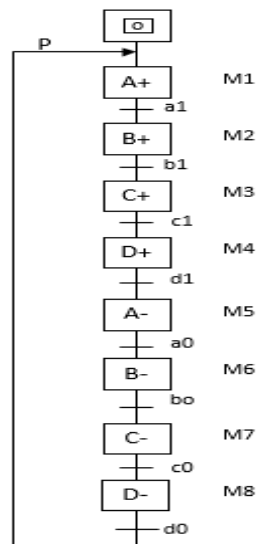
Figura 172. Diagrama de movimientos de la secuencia A+B+C+D+A-B-C-D-



Fuente: Autores

b) Grafcet

Figura 173. Grafcet de la secuencia A+B+C+D+A-B-C-D-



Fuente: Autores

Ecuaciones del grafcet

$$M1 = M8.d0 + M1.\overline{M2}$$

$$M2 = M1.a1 + M2.\overline{M3}$$

$$M3 = M2.b1 + M3.\overline{M4}$$

$$M4 = M3.c1 + M4.\overline{M5}$$

$$M5 = M4.d1 + M5.\overline{M6}$$

$$M6 = M5.a0 + M6.\overline{M7}$$

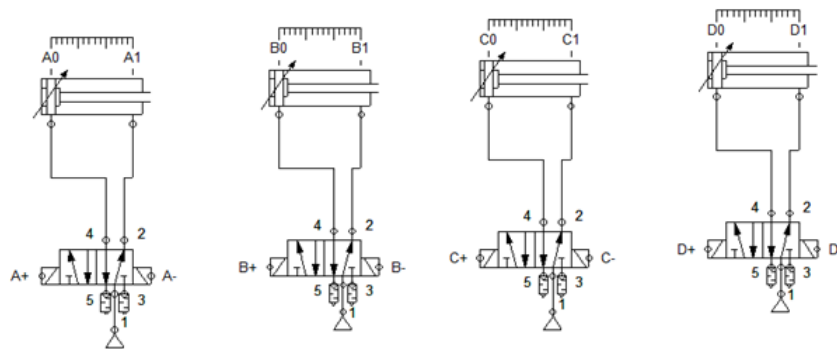
$$M7 = M6.b0 + M7.\overline{M8}$$

$$M8 = M7.c0 + M8.\overline{M1}$$

c) Simulacion en fluidsims

Circuito neumático

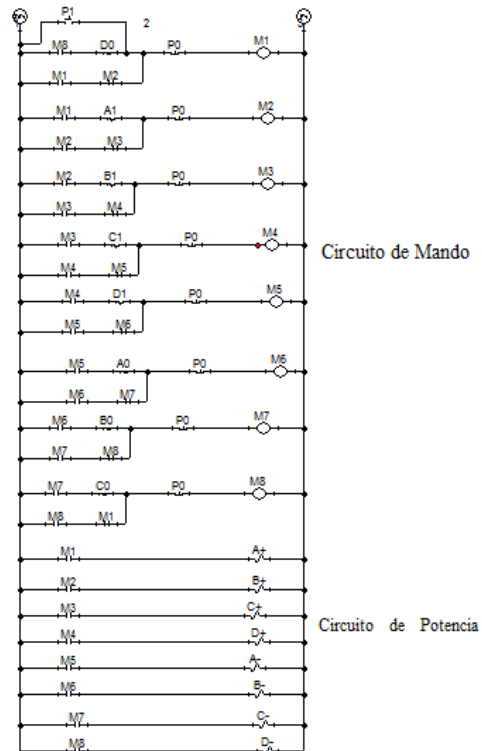
Figura 174. Circuito neumático de la secuencia A+B+C+D+A-B-C-D-



Fuente: Autores

Circuito eléctrico

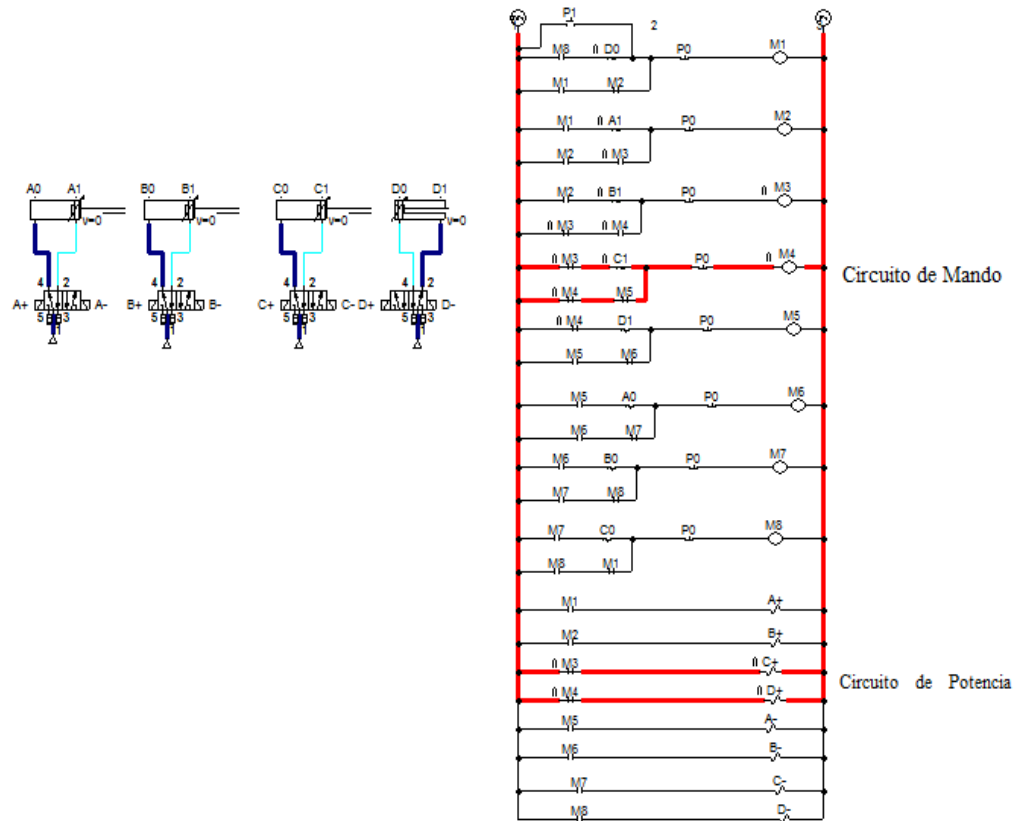
Figura 175. Circuito eléctrico de la secuencia A+B+C+D+A-B-C-D-



Fuente: Autores

Simulación

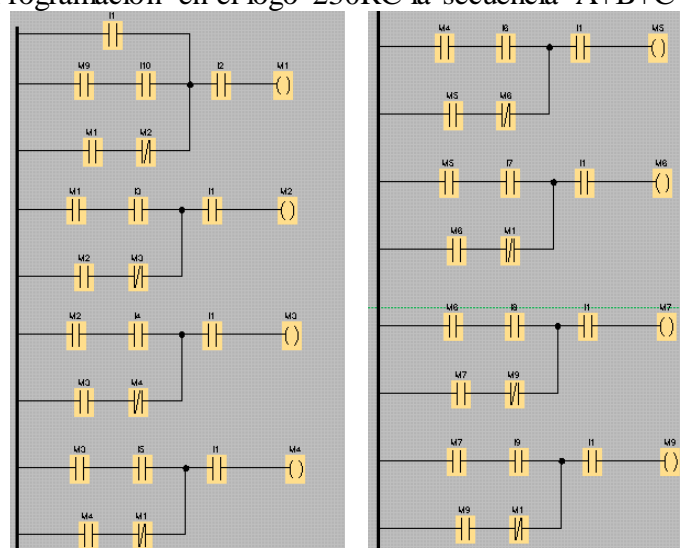
Figura 176. Simulación del Circuito electroneumático de la secuencia A+B+C+D+A-B-C-D-



Fuente: Autores

Programación en logo 230RC

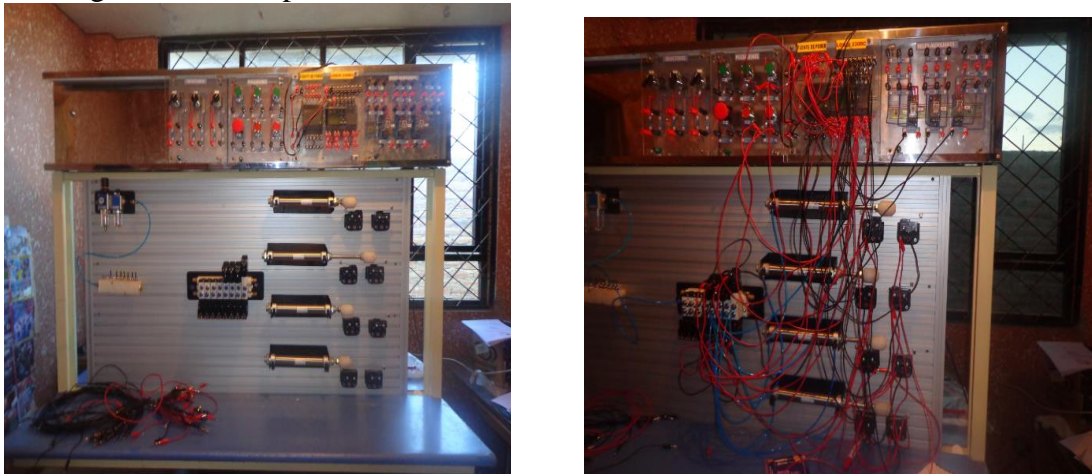
Figura 177. Programación en el logo 230RC la secuencia A+B+C+D+A-B-C-D-



Fuente: Autores

d) Comprobación en el banco

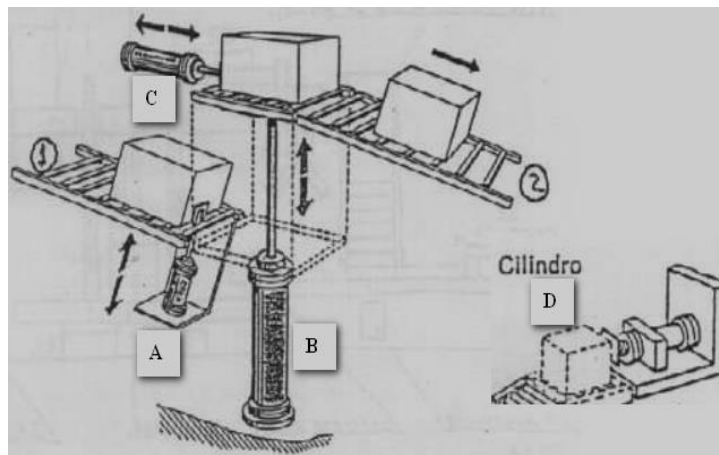
Figura 178. Comprobación en el banco la secuencia A+B+C+D+A-B-C-D-



Fuente: Autores

e) Aplicación

Figura 179. Aplicación con 4 cilindros



Fuente:http://utcj.mx/claroline/claroline/backends/download.php?url=LzItYXB1bnRlc2VsZWN0cm9uZXVtYXRpY2EucGRm&cidReset=true&cidReq=IPIM41_AP

El ejemplo anterior es aplicado a un proceso de la industria como una empacadora de cartones o cajas.

CAPÍTULO VI

6. MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

6.1 Manual de operación

6.1.1 *Manual de operación para el estudiante*

Operación. La manipulación de los elementos del banco electroneumático de debe realizar con cuidado, atención y mucha concentración en cada uno de las conexiones de aire que se realiza, Se debe recordar que es muy importante que se corte el paso de aire mientras se realiza las conexiones respectivas de los elementos.

Requisitos para poner en funcionamiento el banco

- Observar que la parte principal del banco (Tablero), este correctamente centrado y el banco se encuentre estáticamente.
- El usuario debe usar un mandil como parte del equipo de protección personal.
- Observar la señal ética que se encuentra en el banco.
- Pasos para poner en funcionamiento el banco.
- Para hacer funcionar el banco se debe tomar en cuenta los siguientes parámetros que se muestran a continuación.

Tabla 12. Movimientos y operaciones

MOVIMIENTOS – OPERACIONES	
1	Revise que el banco se encuentre estático y no se mueva por ningún motivo.
2	Observe que el compresor este apagado o desconectado.
3	Verificar que la unidad de mantenimiento este correctamente con su nivel de aceite para la lubricación.
4	Revise que los paneles eléctricos estén desconectados o no pase corriente.

Tabla 12. (Continuación)

5	Seleccionar los elementos que sean requeridos para la práctica.
6	Ubique los elementos en el tablero de aluminio de una forma ordenada y secuencial.
7	Conecte las mangueras de aire, observando que estén correctamente conectadas y no existan fugas.
8	Conecte el aire para verificar que no existen fugas en las uniones de los elementos.
9	Verifique que la parte eléctrica se encuentre desconectada y sin corriente
10	Arme el circuito eléctrico observando el diagrama sin equivocarse para no produje corto circuito o algún accidente
11	En caso de alguna duda o no estar seguro pedir ayuda al a persona encargada.
12	Revisar que las conexiones estén perfectamente realizadas.
13	Conecte el aire y la energía eléctrica, poner en funcionamiento.
14	Al finalizar el trabajo desconecte el aire y la energía eléctrica.
15	Desconecte la parte eléctrica y luego la parte neumática.
16	Guarde todos los elementos utilizados en los cajones del banco para seguridad de los mismos.

Fuente: Autores

Fallas más comunes y algunas soluciones

Tabla 13. Fallas comunes

PROBLEMA	POSIBLE CAUSA	SOLUCIÓN
Fuga de aire	No este bien conectada la manguera o los neplos estén flojos.	Ajustar bien o cambiar las mangueras.
No exista paso de corriente	La fuente está dañada o algún cable esta flojo	Cambiar de fuente o ajustar bien los cables
No envíe señal los finales de carrera	No estén bien calibrados	Calibrar bien
Pompa la manguera	No la utilicen en forma adecuada	Cambiar por otra

Fuente: Autores

6.2 Manual de mantenimiento

6.2.1 Mantenimiento. El mantenimiento en las máquinas y equipos es importante de acuerdo a la necesidad y condiciones de trabajo. Para lo cual cabe señalar algunas sugerencias que se presentan a continuación.

Capacitar a los empleados y estudiantes en la necesidad e importancia que tiene mantenimiento.

Tener equipos y accesorios en buenas condiciones.

Exigir que solamente las personas autorizadas trabajen con el banco.

La información del estado de la estructura y accesorios debe ser registrada en el “libro de registro de mantenimiento y fallas”.

6.2.2 Frecuencia.

Tabla 14. Manual de mantenimiento

MANUAL DE MANTENIMIENTO		
Banco:	Estructura	
ACTIVIDAD	FRECUENCIA	RESPONSABLE
Limpieza Tablero	Diaria	Estudiante
Limpieza del Tablero de Aluminio	Diaria	Estudiante
Limpieza de las mangueras	Diaria	Estudiante

Fuente: Autores

CAPÍTULO VII

7. ANÁLISIS DE COSTOS

Los costos del banco electroneumático se divide en costos directos y costos indirectos.

7.1 Costos directos

Son aquellos elementos que forman parte del banco en cuestión.

7.1.1 Materia prima. Son todos aquellos elementos que físicamente forman parte del banco además son los principales recursos de la fabricación.

Estructura del banco

Tabla 15. Costos de fabricación de la estructura del banco

Elemento	Material	Dimensiones requeridas	Cant.	Costo Unit.	Costo Neto
				USD/Kg	USD
Angulo	ASTM A-36 1 1/2 in $e = 3/16$ [in]	2724 [mm]	1	4.14	17.80
Plancha negra	ASTM A-36 $e = 0.5$ [mm]	1800x660[mm]	1	1.44	48
Tubo cuadrado	ASTM A-36 1 1/2 $e = 2$ [mm]	3144 [mm]	1	4.50	17.80
Tubo cuadrado	ASTM A-36 2 cm $e = 2$ [mm]	1400 [mm]	1	5.20	22
Tubo Rectangular	ASTM A-36 40 x 2 cm $e = 2$ [mm]	6000 [mm]	1	5.20	14
Tubo Rectangular	ASTM A-36 40 x 2 cm $e = 2$ [mm]	1620 [mm]	1	5.20	5.20
Canal C	ASTM A-36 40 x 2 cm $e = 2$ [mm]	1400 [mm]	2		5.20
Ruedas	plástico		4	5	20
Total					150

Fuente: Autores

Tablero de aluminio

Tabla 16. Costo del tablero de aluminio

Elemento	Material	Dimensiones requeridas	Cant.	Peso	Costo Unit.	Costo Neto
				<i>[Kg]</i>	<i>[USD/Kg]</i>	<i>[USD]</i>
Perfil de Aluminio	Aluminio Estructural $e = 2$ [mm]	105x40 [mm ²]	6	0.27	52	312
Uniones	Plástico tipo I $e = 2$ [mm]	270x270 [mm ²]	21	5.15	0.25	5.25
Unión	Plástico tipo L $e = 2$ [mm]	245 [mm]	8	0.55	0.25	2
Perno	Acero	17 [mm]	8	0.11	0.15	1.2
Tuerca	Acero	450 [mm]	8	4.03	0.05	0.40
TOTAL						320.85

Fuente: Autores

Tablero de madera

Tabla 17. Costos de fabricación del tablero de madera

Elemento	Material	Dimensiones requeridas	Cant.	Costo Unit.	Costo Neto
				<i>[USD/Kg]</i>	<i>[USD]</i>
Plancha	Madera de MDF $e = 25$ [mm]	1400*700 [mm]	1	50	50
Plancha	Madera de MDF $e = 15$ [mm]	700*500 [mm]	1	40	40
Rieles para cajones	acero	300*25 [mm]	24	1	24
Total					114

Fuente: Autores

Materiales directos

Tabla 18. Costo de accesorios del banco

Elemento	Material	Dimensiones	Cant.	Costo Unit.	Costo Neto
				[USD/Kg]	[USD]
Cilindro	Aluminio	ISO MI D25mm C150mm	4	81,2	324,8
Válvula	Aluminio y plástico	5/2 - 1/4 in palanca lineal	1	49,13	49,13
Válvula	Aluminio y plástico	3/2 - 1/8in Rodillo leva-resorte	1	42	42
Válvula	Aluminio y plástico	3/2 , 1/8in Pulsador palma- resorte(R)	1	42	42
Válvula	Aluminio y plástico	3/2 , 1/8 in Pulsador palma- resorte(v)	1	42	42
Manifold	Aluminio	8 estaciones	1	66	66
UTM	Plástico	S200 1/4 in dren semi, MC	1	65,75	65,75
Unión te	Plástico	Ø= 4mm	30	1,59	47,7
Tapón plug	Plástico	Ø= 4mm	30	0,54	16,2
Silenciador	Bronce sinterizado	Ø= 1/4 in	20	2,34	46,8
Distribuidor	Aluminio	Ø= 4mm	4	2,4	9,6
Unión ye	Plástico	Ø= 4mm	20	1,59	31,8
Electroválvula	Aluminio y plástico	S200 5/2-1/4 in, mono estable 24 AC.	4	55,65	222,6
Electroválvula	Aluminio y plástico	S200 5/2-1/4 in, bi estable 24v AC.	3	91,7	275,1
Electroválvula	Aluminio y plástico	S200 5/3-1/4 in, bi estable 24v AC.(PBC)	1	116,55	116,55
Racor codo	Plástico	1/8 in- Ø= 4mm	14	1,53	21,42
Silenciador	Bronce sinterizado	Ø= 1/8 in	5	1,41	7,05
Tapón	Acero	Ø= 1/4 in	6	1,35	8,1

Racor recto	Plástico	1/4 in- Ø= 4mm	19	1,53	29,07
Racor codo	Plástico	1/4 in- Ø= 4mm	2	1,65	3,3
Válvula de corredera	Aluminio y plástico	Ø= 1/8 in , H-M	1	13,2	13,2
Neplo	Plástico	1/8 in-Ø= 1/8 in	1	1,1	1,1
Racor recto	Plástico	1/8 in- Ø= 4mm	1	1,14	1,14
Final de carreta	Plástico y aluminio	M3B210 1/8 in- Ø= 4mm	10	21.3	213
Válvula accionamiento neumático	Aluminio	Iso 358-033 5/2	8	149	1192.67
Total					2861.08

Fuente: Autores

Accesorios para los cilindros y válvulas

Tabla 19. Costo de los accesorios de los cilindros y válvulas

Elemento	Material	Dimensiones requeridas	Cant.	Peso	Costo Unit.	Costo Neto
				[Kg]	[USD/Kg]	[USD]
Cabeza cilíndrica	Aluminio	Ø=3 x L=4 cm	4	0.27	5	20
Base para las válvulas	Plástico-nylon	h= 5 cm, L = 7 cm ; e= 3 cm	30	5.15	18	480
Base para los cilindros	Acero galvanizado	Ø= 2cm, L = 1.5 cm	4	0.55	15	60
Base para UTM	Acero galvanizado	Ø= 0.8cm , L = 2 cm	1	0.11	1.5	5
Manifold	Acero galvanizado	50 x 50 cm	1	4.03	3	7
TOTAL						572

Fuente: Autores

Materiales consumibles

Tabla 20. Materiales consumibles

Descripción	Material/ Norma	Dimensiones designación	Cant.	Valor Unit.	Total neto
				[USD]	[USD]
Soldadura	Electrodos, AWS	6011 [lb]	6	0.60	3.60
Pintura	Thinner	Diluyente [gal]	1	2	2
	Pintura base	Anticorrosiva [gal]	0.25	5	5
	Pintura final	Poliuretano [gal]	0.25	10	10
Lijas	-----	Pliego, N 36	2	0.4	0.80
TOTAL					21.40

Fuente: Autores

Costo de mano de obra

Tabla 21. Mano de obra

Operario	Cant.	Salario real/ hora [23]	H/hom.	Subtotal
		[USD/h]	[h]	[USD]
Maestro mecánico	1	3.50	8	28
Tornero, fresador, taladrador	1	3.50	4	14
Soldador y armador	1	3.50	2	7
Pintor	1	2.82	3	8.46
Maestro carpintero	1	3.50	16	56
Maestro eléctrico	1	3.80	5	19.00
Ayudante (egresado)	2	5	20	200
TOTAL				332.46

Fuente: Autores

Costo de equipos y herramientas

Tabla 22. Costo de equipos y herramientas

Denominación	Descripción	Costo x hora	Horas equipo	Total
		[USD/h]	[h]	[USD]
MH1	Torno	11.50	6	69
MH2	Sierra de corte eléctrica	1.15	1	1.15
MH3	Taladro pedestal	1.75	2	3.50
MH4	Taladro manual	0.85	8	6.8
MH5	Esmeril	1.16	4	4.64
MH6	Dobladora de tol	1.35	2	2.70
MH7	Fresadora	10.00	2	20
MH8	Amoladora	1.22	4	4.88

Tabla 22. (Continuación)

S1	Soldadora eléctrica	2.95	2	5.9
S2	Compresor	2.94	3	8.82
Herramientas menores		1.43	40	57.2
TOTAL				184.39

Fuente: Autores

7.1.2 Costo del transporte de materiales. El costo por trasporte es de 100 dólares debido a que los materiales para construir el banco se encuentra con facilidad pero lejos de la ciudad de Riobamba.

7.1.3 Total de los costos directos. Son la suma total de todo lo que comprende en los gastos el cual esta detallado en la siguiente tabla 22.

Tabla 23. Costos directos

Descripción		Valor
		<i>[USD]</i>
Materia prima	Estructura del banco	150
	Tablero de Aluminio	320.85
	Tablero de madera	114
	Materiales Directos	2861.08
	Accesorios para los cilindros y Válvulas	572
	Materiales directos consumibles	21.40
Mano de obra		332.46
Equipos y herramientas		184.39
Transporte		100
TOTAL		4656.18

Fuente: Autores

7.2 Costos indirectos

Son los que comprenden en el trabajo ingenieril y lo cual tiene el 14% del valor agregado de los costos directos el cual consta del diseño y supervisión del banco.

Tabla 24. Costos indirectos

Costos ingenieriles	Cantidad	Precio unitario	Precio total
	[h]	[USD/h]	[USD]
Supervisión	----	----	634.93
Diseño			
TOTAL			634.93

Fuente: Autores

7.3 Costos totales

Es la suma de los costos directos más los costos indirectos cabe recalcar que en los dos casos se encuentra incluido el impuesto de valor agregado (IVA).

Tabla 25. Costos totales

Descripción	Costo
Directo	4656.18
Indirecto	634.93
TOTAL	5291.11

Fuente: Autores

CAPÍTULO VIII

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 Conclusiones

Con los conocimientos adquiridos durante la carrera se ha diseñado y seleccionado técnicamente la forma y dimensiones del banco, el mismo que brinda facilidad en la operación y mantenimiento del mismo.

Se ha seleccionado correctamente los cilindros, válvulas, mangueras y acoples en general los cuales poseen su propia información técnica para las condiciones de trabajo.

El banco construido brinda la facilidad de acomodar los elementos en cualquier parte del tablero gracias a que todos sus elementos son desmontables.

En el banco y con sus elementos que posee se puede realizar cualquier tipo de prácticas ya sea neumática o electroneumático, pero las secuencias solo se puede realizar hasta cuatro cilindros.

El diseño del banco permite poner en práctica la habilidad y destreza del estudiante para realizar todas las prácticas que realicen.

8.2 Recomendaciones

Sacar provecho al máximo y realizar implementación de algunos elementos que faltan que por la economía no permitió completar en el banco.

Cuidar y mantener, tanto profesores y estudiantes en perfectas condiciones al banco y sus accesorios.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUILAR, Fredy. 2014.** Automatización industrial. [En línea] 9 de 04 de 2014. [Citado el: 09 de 04 de 2014.] <http://es.scribd.com/doc/61774232/Descripcion-y-uso-del-PLC-LOGO-230-RC-Siemens>.
- AIRON. 2014.** Bases para las valvulas. <http://www.airon-pneumatic.com>. [En línea] 14 de 4 de 2014. [Citado el: 14 de 4 de 2014.] <http://www.airon-pneumatic.com/es/valvulas/bases-para-valvulas-ef-y-pf>.
- ARAGÓN, Miguel. 2013.** Cilindros neumaticos en fluidsims. <http://wikifab.dimf.etsii.upm.es>. [En línea] 19 de 10 de 2013. [Citado el: 19 de 10 de 2013.] http://wikifab.dimf.etsii.upm.es/wikifab/index.php/Tarea_2:_Cilindros_neum%C3%A1ticos_en_fluidsims_por_14637280.
- AUTO PARTS. 2013.** Automatizacion industrial. [industrial-automatica.blogspot](http://industrial-automatica.blogspot.com). [En línea] 04 de 11 de 2013. [Citado el: 04 de 11 de 2013.] <http://industrial-automatica.blogspot.com/2010/09/tratamiento-del-aire-comprimido.html>.
- BRUNO, Lucas G. 2013.** ventajas y desventajas del aire comprimido. [En línea] 07 de 11 de 2013. [Citado el: 07 de 11 de 2013.] <http://ingenieriaelectricaexplicada.blogspot.com/2010/07/ventajas-y-desventajas-del-aire.html>.
- CASERES, Claudia. 2013.** Computación y electrónica. [En línea] 14 de 11 de 2013. [Citado el: 14 de 11 de 2013.] http://www.ehowenespanol.com/acumulador-compresor-aire-info_76854/.
- . 2013. <http://e-ducativa.catedu.es>. [En línea] 14 de 11 de 2013. [Citado el: 14 de 11 de 2013.] http://e-ducativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/1000/1108/html/23_distribucion_de_aire_comprimido.html.
- DIPAC.** Perfiles metálicos. [En línea] [Citado el: 16 de Abril de 2013.] <http://www.dipacmanta.com>.

ERAZO, Victoria Eugenia. 2013. <http://www.porex.com>. *http://www.porex.com*. [En línea] 07 de 11 de 2013. [Citado el: 07 de 11 de 2013.]

<http://www.porex.com/es/products/other-applications/pneumatic-silencers/>.

ESCALERA, Manuel, RODRÍGUEZ, Antonio. 2013. Actuadores neumaticos.

<http://www.uhu.es/rafael.sanchez/ingenieriamaquinas/carpetaapuntes.htm>. [En línea] 23 de 10 de 2013. [Citado el: 23 de 10 de 2013.]

<http://www.uhu.es/rafael.sanchez/ingenieriamaquinas/carpetaapuntes.htm/Trabajos%20IM%202009-10/Manuel%20Jesus%20Escalera-Antonio%20Rodriguez-Actuadores%20Neumaticos.pdf>.

GARRIGOS, J. 2013. valvulas neumaticas. <http://platea.pntic.mec.es>. [En línea] 23 de 10 de 2013. [Citado el: 23 de 10 de 2013.]

http://platea.pntic.mec.es/~jgarrigo/1bch/archivos/3eva/8_valvulas_distribuidoras.pdf.

GIANCOLI, Douglas G. 2013. Presión. [En línea] 14 de 11 de 2013. [Citado el: 14 de 11 de 2013.] <http://es.wikipedia.org/wiki/Presi%C3%B3n>.

GRAFFITIGEN. 2013. Ventajas y desventajas. <http://edu.jccm.es>. [En línea] 18 de 10 de 2013. [Citado el: 18 de 10 de 2013.]

<http://edu.jccm.es/ies/losolmos/TECNOLOGIA/Tecno/MotorNeumatico/Informe%203.htm>.

GUARDADO, Melvin, RODRÍGUEZ, José y MONGE, Luis. 2010.

http://cef.uca.edu.sv/descargables/tesis_descargables. [En línea] 2010. [Citado el: 12 de Febrero de 2012.]

http://cef.uca.edu.sv/descargables/tesis_descargables/evaluacion_de_la_calidad_del_carbon_vegetal_producido_en_hornos_retorta_y_hornos_metalicos_portatiles_en_El_Salvador.pdf.

HALLIDAY, Resnik. 2013. Producción del aire comprimido. [En línea] 07 de 11 de 2013. [Citado el: 07 de 11 de 2013.]

<http://www.monografias.com/trabajos13/genair/genair.shtml#TIPOS>.

JÓSE, Juan. 2013. Algunas propiedades del aire comprimido. [En línea] 07 de 11 de 2013. [Citado el: 07 de 11 de 2013.]

<http://electroneumatica.blogspot.com/2008/03/algunas-propiedades-del-aire->

comprimido.html.

MEMOREX. 2013. Codos para tubería. *buenastarea*. [En línea] 06 de 11 de 2013. [Citado el: 06 de 11 de 2013.] <http://www.buenastareas.com/ensayos/Codos-Para-Tuberia/2794406.html>.

MICRO. 2013. Catálogo master 2010. <http://www.distribtec.com>. [En línea] 04 de 11 de 2013. [Citado el: 04 de 11 de 2013.] http://www.distribtec.com.ar/micro/unidades_fr/INTRODUCCION.pdf.

MONTERO, Pedro. 1999 - 2000. Grafcet. [aut. libro] Pedro Valverde Montero. *Diagramas para el diseño de la automatización*. página de la 1 a la 5 : s.n., 1999 - 2000.

MORÁN, I. 2006. *Apuntes de Diseño de Elementos de Máquinas I*. Ecuador : Espoch, 2006.

MORÁN, Iván. Espoch, 2011. Circuitos electro neumáticos. *Fundamentos de la Automatización Industrial*. Riobamba : s.n., Espoch, 2011.

NEUMÁTICA, niche. 2013. Pneumatic machine. <http://sitiniche.nichese.com>. [En línea] 18 de 10 de 2013. [Citado el: 18 de 10 de 2013.] <http://sitiniche.nichese.com/valvula%20bloqueo.html>.

ORTEGA, Rogelio. 2014. Válvulas electroneumáticas. [En línea] 15 de 4 de 2014. [Citado el: 15 de 4 de 2014.] <http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r71917.PDF>.

RAMIREZ. 2013. Tipos de compresores. [En línea] 15 de 11 de 2013. [Citado el: 15 de 11 de 2013.] <http://quantum.cucei.udg.mx/~gramirez/menus/introduccion/compresores.html>.

RODRIGUEZ, Lucia. 2013. Caudal. [En línea] 18 de 11 de 2013. [Citado el: 18 de 11 de 2013.] http://es.wikipedia.org/wiki/Caudal_%28fluido%29.

SAPIESMAN. 2013. Actuadores neumáticos. <http://www.sapiensman.com>. [En línea] 23 de 10 de 2013. [Citado el: 23 de 10 de 2013.] <http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica7.htm>.

SIMIENS. 2003. Manual de Logo Simiens 06/2003. [En línea] Lunes de Junio de 2003. [Citado el: Miércoles de Diciembre de 2013.]

http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&sqi=2&ved=0CD8QFjAD&url=http%3A%2F%2Fwww.amelero.com%2Fapp%2Fdownload%2F5555324364%2FLOGO!%2BManual.pdf%3Ft%3D1324282012&ei=vTJMU5WbCsS40QHU-IGgBw&usg=AFQjCNGgOL90_8mNBxsSaDlccWL217gjEA&sig.

TANGIENT, Llc. 2013. fundamentacion neumatica.

<http://fundamentacionneumatica.wikispaces.com>. [En línea] 18 de 10 de 2013. [Citado el: 18 de 10 de 2013.]

<http://fundamentacionneumatica.wikispaces.com/Electroneumatica>.

WEBSITE. 2013. neumatica basica. <http://neumaticabasicaepp.wordpress.com>. [En línea] 23 de 10 de 2013. [Citado el: 23 de 10 de 2013.]

<http://neumaticabasicaepp.wordpress.com/44-2/receptores-neumaticos/cilindros-de-simple-y-doble-efecto/>.

WIKIPEDIA. 2013. Aire comprimido. *wikipedia*. [En línea] 07 de 11 de 2013. [Citado el: 07 de 11 de 2013.] http://es.wikipedia.org/wiki/Aire_comprimido.

—. **2013.** Compresores. [En línea] 07 de 11 de 2013. [Citado el: 07 de 11 de 2013.] http://es.wikipedia.org/wiki/Compresor_%28m%C3%A1quina%29.

—. **2013.** Manual Electrotécnico. *wikipedia*. [En línea] 01 de 11 de 2013. [Citado el: 01 de 11 de 2013.] <http://es.wikipedia.org/wiki/Contactor>.

YESID, Carlos, MARTÍNEZ, Mauricio. 2011. Medidores de presión. [En línea] 18 de 04 de 2011. [Citado el: 18 de 11 de 2013.]

<http://dc368.4shared.com/doc/iAy1G9Tp/preview.html>.

PLANOS